

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y  
AMBIENTAL**



**CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL EN EL  
“SANTUARIO NACIONAL TABACONAS NAMBALLE-SAN  
IGNACIO-CAJAMARCA”, MEDIANTE IMÁGENES DE  
SATÉLITE, PERIODO 1988 – 2018.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
FORESTAL Y AMBIENTAL**

**Autores: Bach. Cinthia Vanessa Alberca Nuñez.**

**Bach. Gabby Leodan Pintado Pintado**

**Asesor: Dr. Blgo. Segundo Edilberto Vergara Medrano.**

**JAÉN-PERÚ, NOVIEMBRE, 2019**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 17 de Dic. del año 2019; siendo las 10:00 horas, se reunieron los **Miembros del Jurado Evaluador**:

**Presidente** Dr. JUAN MANUEL GARAY ROMÁN  
**Secretario** Dr. SEGUNDO SÁNCHEZ TELLO  
**Vocal** Mg. YURIKO SUMIYO MURILLO DOMEN

Para evaluar la Sustentación del **INFORME FINAL DE TESIS**; titulado: “CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL EN EL “SANTUARIO NACIONAL TABACONAS NAMBALLE- SAN IGNACIO-CAJAMARCA”, MEDIANTE IMÁGENES DE SATÉLITE, PERIODO 1988 – 2018, presentado por los Bachilleres Cinthia Vanessa Alberca Nuñez y Gabby Leodan Pintado Pintado de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, los **Miembros del Jurado Evaluador** acuerdan:

( ☒ ) Aprobar ( ) Desaprobar ( ☒ ) Unanimidad ( ) Mayoría

Con la siguiente mención:

Excelente	18, 19, 20	( )
Muy bueno	16, 17	( <input checked="" type="checkbox"/> )
Bueno	14, 15	( )
Regular	13	( )
Desaprobado	12 o menos	( )

Siendo las 11:08 horas del mismo día, los Miembros del Jurado Evaluador concluyen el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Dr. SEGUNDO SÁNCHEZ TELLO  
Secretario Jurado Evaluador

JUAN MANUEL GARAY ROMÁN  
Presidente Jurado Evaluador

Mg. YURIKO SUMIYO MURILLO DOMEN  
Vocal Jurado Evaluador

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	11
I. INTRODUCCIÓN. ....	12
II. OBJETIVOS. ....	14
2.1. Objetivo general.....	14
2.2. Objetivos específicos. ....	14
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	15
3.1. Descripción general de la zona de estudio.....	15
3.1.1.Área de estudio. ....	15
3.1.2.Descripción del área de estudio. ....	17
3.2. Población, muestra y muestreo. ....	17
3.2.1.Universo y muestra. ....	17
3.2.2.Muestra y unidad de análisis.....	17
3.3. Variables de estudio.....	18
3.4. Los instrumentos utilizados son los siguientes:.....	18
3.5. Metodología.....	19
3.6. Herramientas.....	20
3.6.1.Trabajo previo de gabinete.....	21
3.6.2.Fase de campo.....	24
3.6.3.Fase final de gabinete.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
4.1. Categorías identificadas de cobertura y uso de la tierra bajo la clasificación Corine Land Cover. ....	25
4.1.1.Áreas agrícolas.....	26
4.1.2.Bosques y áreas mayormente naturales. ....	26

4.2. Análisis de los cambios de cobertura y uso de la tierra en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe ocurridos en los años 1989-1998-2007-2018.....	29
4.2.1. Cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe para el año 1989.....	29
4.2.2. Cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe para el año 1998.....	35
4.2.3. Cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe para el año 2007.....	41
4.2.4. Cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe para el año 2018.....	47
4.3. Análisis de cambio y no cambio del uso de la tierra del área en estudio. ....	52
4.3.1. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1989 – 1998. ....	53
4.3.2. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1998 – 2007. ....	57
4.3.3. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 2007 – 2018. ....	60
4.4. Análisis de transición de cobertura y uso de la tierra. ....	63
4.4.1. Cambio de cobertura del periodo 1989 – 1998. ....	63
4.4.2. Cambio de cobertura del periodo 1998 - 2007.....	66
4.4.3. Cambio de cobertura del periodo 2007 - 2018.....	68
4.5. Cálculo del Índice de vegetación NDVI, derivados de las imágenes Landsat para estimar el estado de la cobertura vegetal. ....	70
4.5.1. Índice de vegetación NDVI 1989. ....	71
4.5.2. Índice de vegetación NDVI 1998. ....	73
4.5.3. Índice de vegetación NDVI 2007. ....	75
4.5.4. Índice de vegetación NDVI 2018. ....	77
V. DISCUSIONES.....	79
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
6.1. Conclusiones.....	82
1.1. Recomendaciones. ....	84



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86
AGRADECIMIENTO.....	88
DEDICATORIA.....	89
ANEXOS.....	91

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla N° 1: Variables, técnicas e instrumentos.....	18
Tabla N° 2: Datos de las imágenes descargadas. ....	21
Tabla N° 3: Categorías del uso actual de la tierra identificadas en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe.....	25
Tabla N° 4: Matriz de confusión del año 1989.....	29
Tabla N° 5: Categorías obtenidas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe del año 1989. ....	32
Tabla N° 6: Matriz de confusión del año 1998.....	35
Tabla N° 7: Categorías obtenidas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe del año 1998. ....	38
Tabla N° 8: Matriz de confusión del año 2007.....	41
Tabla N° 9: Categorías obtenidas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe del año 2007. ....	44
Tabla N° 10: Matriz de confusión del año 2018.....	47
Tabla N° 11: Categorías obtenidas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe del año 2018. ....	49
Tabla N° 12: Resumen de resultado obtenido por categoría, periodos 1989 – 1998 – 2007 – 2018. ....	52
Tabla N° 13: Pérdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1989 – 1998. ....	55
Tabla N° 14: Pérdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1998 – 2007. ....	58
Tabla N° 15: Pérdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 2007– 2018. . ....	61
Tabla N° 16: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1989 – 1998.....	64
Tabla N° 17: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1998-2007. ....	66
Tabla N° 18: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 2007- 2018. ....	68

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N° 1: Distribución porcentual de cobertura para el año 1989. ....	32
Gráfica N° 2. Distribución porcentual de cobertura para el año 1998. ....	38
Gráfica N° 3: Distribución porcentual de cobertura para el año 2007. ....	44
Gráfica N° 4: Distribución porcentual de cobertura para el año 2018. ....	50
Gráfica N° 5: Variación de categorías por cada año de estudio. ....	53
Gráfica N° 6: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1989 – 1998. ....	54
Gráfica N° 7: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1998 – 2007. ....	57
Gráfica N° 8: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 2007 – 2018. ....	60

## ÍNDICE DE MAPAS

Mapa N° 1: Ubicación del Santuario Nacional Tabaconas Namballe.....	16
Mapa N° 2: Categorías identificadas en campo. ....	28
Mapa N° 3: Cobertura y uso de la tierra año 1989. ....	34
Mapa N° 4: Cobertura y uso de la tierra año 1998. ....	40
Mapa N° 5: Cobertura y uso de la tierra año 2007. ....	46
Mapa N° 6: Cobertura y uso de la tierra año 2018. ....	51
Mapa N° 7: Cambio y no cambio periodo 1989 – 1998.....	56
Mapa N° 8: Cambio y no cambio periodo 1998 – 2007.....	59
Mapa N° 9: Cambio y no cambio periodo 2007 – 2018.....	62
Mapa N° 10: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1989 – 1998.....	65
Mapa N° 11: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1998 – 2007.....	67
Mapa N° 12: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 2007 - 2018. ....	69
Mapa N° 13: Índice de vegetación NDVI 1989. ....	72
Mapa N° 14: Índice de vegetación NDVI 1998. ....	74
Mapa N° 15: Índice de vegetación NDVI 2007. ....	76
Mapa N° 16: Índice de vegetación NDVI 2018. ....	78

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N: 1: Adquisición de las imágenes satelitales.....	91
Anexo N: 2: Procedimiento gráfico de la elaboración de mapas. ....	93
Anexo N: 3: Rutas de muestreo durante verificación en campo, Santuario Nacional Tabaconas Namballe.....	102
Anexo N: 4: Autorización de investigación científica al área del Santuario nacional Tabaconas Namballe.....	103
Anexo N: 5: Panel fotográfico la verificación en campo SNTN.....	107
Anexo N: 6: Escala de valores Índice Kappa. ....	109

## RESUMEN

El cambio de uso de suelo depende en gran medida de las necesidades de los humanos, en cada región del país, originalmente, las poblaciones se establecieron en las áreas donde existía la disponibilidad de recursos naturales. Esta estrategia permite a los pobladores de estas áreas urbanas disponer de materias primas y tierras para satisfacer sus necesidades. Esta mecánica del crecimiento social y económico demanda mayores superficies y volúmenes de materias primas, basándose en la depredación de los bosques, suelos y aguas de la región.

El presente estudio se basó en un análisis multitemporal con imágenes de satélite, cuya finalidad fue determinar la cobertura vegetal del área natural protegida “Santuario Nacional Tabaconas - Namballe”, mediante fotointerpretación de imágenes de satélites LANDSAT periodo 1988 – 2018, además ha permitido identificar los factores de cambios de usos del suelo y los impactos sobre el área del santuario.

Se trabajó la clasificación con la leyenda Corine Land Cover-CLC en un nivel III, desarrollada por el Ministerio Del Ambiente (MINAM).

Analizando los cambios de cobertura y uso actual de la tierra en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe - San Ignacio-Cajamarca”, se llegó a identificar las siguientes categorías: Mosaico de cultivos (Mc), bosque denso alto (Ba), herbazal (He), lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La). En el año 1989 la categoría predominante fue bosque denso alto con un área 23887.81 hectáreas, equivalente al 74.36% del área total, con menor área la categoría lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes con un área de 77.93 hectáreas, equivalente al 0.24%.

Para el año 1998 la categoría predominante fue bosque denso alto con un área 23970.20 hectáreas, equivalente al 74.62% del área total, el año 2007 la categoría más predominante fue bosque denso alto con un área 23958.56 hectáreas, finalmente para el año 2018 se identificó la categoría más predominante fue bosque denso alto con un área de 24247.81 hectáreas, equivalente al 75.48%.

**Palabras clave:** Cobertura vegetal, Santuario Nacional Tabaconas Namballe, imágenes satelitales, Corine Land Cover (CLC).

## **ABSTRACT**

The change in land use depends largely on the needs of humans, in each region of the country; originally, populations were established in areas where the availability of natural resources existed. This strategy allows the inhabitants of these urban areas to have raw materials and land to meet their needs. This mechanics of social and economic growth demands greater areas and volumes of raw materials, based on the depredation of the forests, soils and waters of the region.

The present study was based on a multitemporal analysis with satellite images, whose purpose was to determine the vegetation cover of the protected natural area “Tabaconas National Sanctuary - Namballe”, through photointerpretation of LANDSAT Satellite Images period 1988 - 2018, others have allowed us to identify the factors of land use changes and impacts on the sanctuary area.

The classification was worked with the legend Corine Land Cover-CLC in a level III, developed by the Ministry of Environment (MINAM).

Analyzing the changes in land cover and current use in the Tabaconas Namballe National Sanctuary - San Ignacio-Cajamarca”, the following categories were identified: Crop Mosaic (Mc), Dense High Forest (Ba), Herbazal (He), Lagoons, lakes and permanent natural marshes (La). In 1989 the predominant category was Dense High Forest with an area 23887.81 hectares, equivalent to 74.36% of the total area, with a smaller area the category Permanent lagoons, lakes and natural marshes with an area of 77.93 hectares, equivalent to 0.24%.

For the year 1998 the predominant category was Dense High Forest with an area 23970.20 hectares, equivalent to 74.62% of the total area, in 2007 the most predominant category was Dense High Forest with an area 23958.56 hectares, finally for the year 2018 the most identified category was identified Predominant was high dense forest with an area of 24247.81 hectares, equivalent to 75.48%

**Keywords:** Plant cover, Tabaconas Namballe National Sanctuary, satellite images, Corine Land Cover (CLC).

## I. INTRODUCCIÓN.

Es evidente que los cambios en la cobertura y uso de la tierra, son los resultados más visibles de las modificaciones del hombre sobre los ecosistemas terrestres; así los cambios históricos en la cobertura y en el uso de la tierra, en conjunto, ayudan a explicar la dinámica territorial; los cuales están asociados a factores biofísicos (suelo, vegetación, clima, topografía) y a factores humanos, que en buena cuenta su estudio, constituye insumo para diseñar acciones inherentes al ordenamiento territorial.

En Cajamarca, hace aproximadamente cincuenta años las sociedades humanas han prosperado utilizando la potencialidad de los recursos naturales, con suelos todavía fértiles, con una cubierta vegetal densa y diversa que cumplía funciones importantes en el ecosistema como el de regulación del clima, infiltración del agua de escorrentía a través del perfil del suelo propiciando la presencia de manantiales de agua limpia, protección del suelo, refugio de vida silvestre, etc; sin embargo, con el transcurrir de los años, estas sociedades humanas en el afán de subsistir ocasionaron pérdidas de la calidad ecológica de los ecosistemas, básicamente destruyendo la cobertura vegetal para transformarlos en tierras agrícolas, ocasionando cambios inadecuados en el uso de la tierra; no existiendo actualmente estudios específicos relacionados con este tema, dificultando toda actividad vinculada con la gestión y planificación del uso de los recursos naturales.

El Santuario Nacional Tabaconas Namballe, conserva una muestra representativa del ecosistema de páramo, que alberga una alta cantidad y diversidad de recursos genéticos de especies de flora y fauna, incluyendo especies en vías de extinción como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el tapir de altura (*Tapirus pinchaque*), así como el bosque de podocarpus. Además, el Santuario busca contribuir a la protección de las cuencas, a mantener la calidad y cantidad del recurso hídrico en la zona y al desarrollo de las poblaciones aledañas a través de actividades compatibles con sus objetivos de creación. (Según plan maestro del SNTN, 2007 – 2011).



Según Plan Maestro del SNTN (2015-2019), existen espacios dentro del santuario donde los pobladores realizan actividades pecuarias y agrícolas preexistentes al establecimiento del ANP (zona de uso especial-ZUE) en los sectores de Pampa chiquita, El sauce, Pueblo libre y Los calientes. Es así que esta actividad desarrollada en ZUE del santuario debe estar ordenada y regulada. El diseño de la zonificación determinó 3 zonas establecidas en el marco legal vigente: Zonas silvestre, zona de recuperación y zona de uso especial.

El interés por desarrollar la presente la investigación nació al observar los cambios que ha experimentado y está experimentado actualmente la cubierta vegetal del planeta, a lo largo del tiempo; la gran mayoría debido a la actividad antrópica, que es la principal transformadora del paisaje y en los últimos años por el abrupto cambio climático global que está soportando el planeta, es por ello que surgió la necesidad de analizar multitemporalmente los cambios ocurridos, en la cobertura vegetal del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, durante el transcurso de los años de 1988 al 2018, a partir del comportamiento del desarrollo vegetal, para poder determinar los procesos de ascensión y retracción de la cobertura vegetal, mediante el análisis y procesamiento de imágenes satelitales.

La importancia de realizar el estudio sobre los cambios ocurridos en la cobertura vegetal, así como las posibles causas de dichos cambios, es que la información será un instrumento de apoyo para conocer su estado en el que se encuentra esta área natural protegida.

## **II. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo general.**

- ❖ Determinar los cambios de cobertura vegetal en el “Santuario Nacional Tabaconas Namballe-San Ignacio-Cajamarca”, mediante imágenes de satélite durante el periodo 1988 – 2018.

### **2.2. Objetivos específicos.**

- ❖ Generar mapas de cambios de cobertura del área para el período 1988 – 2018.
- ❖ Clasificar los tipos de cobertura del área del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, a través de la fotointerpretación de imágenes satelitales Landsat para los años 1988 - 2018.
- ❖ Identificar factores de cambio de usos del suelo y los impactos generados sobre el área del Santuario Nacional a través del análisis espacial.
- ❖ Calcular el índice de vegetación NDVI, derivados de las imágenes Landsat para estimar el estado de la cobertura vegetal.

### **III. MATERIAL Y MÉT ODOS.**

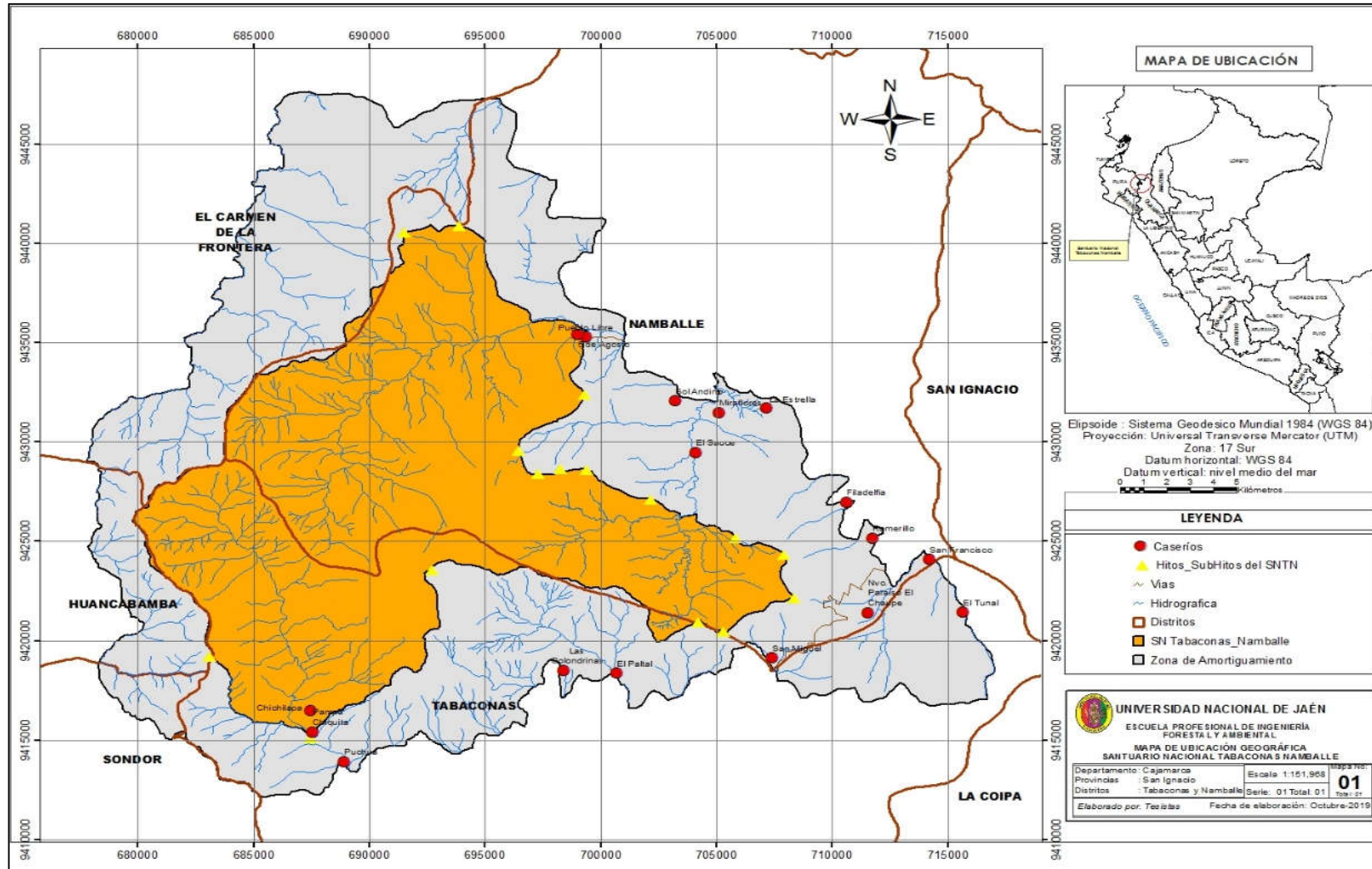
#### **3.1. Descripción general de la zona de estudio.**

##### **3.1.1. Área de estudio.**

El Santuario Nacional Tabaconas Namballe se encuentra ubicado en el departamento de Cajamarca, provincia de San Ignacio, distritos de Tabaconas y Namballe, entre las coordenadas geográficas 05°02'30" 05°17' de latitud sur y 79°23'00" 79°06'06" de longitud oeste. (D.S. N° 017-2009-MINAM).

El Santuario Nacional Tabaconas Namballe limita, por el norte, con el Río Blanco o Canchis; por el este, con el distrito de Namballe; por el sur, con el río Tabaconas; y por el oeste, con la Provincia de Huancabamba.

Mapa N° 1: Ubicación del Santuario Nacional Tabaconas Namballe.



### **3.1.2. Descripción del área de estudio.**

El Santuario Nacional Tabaconas Namballe se encuentra ubicado en la cordillera oriental de los andes y abarca cumbres y vertientes orientales de esta misma. El relieve del santuario es predominantemente montañoso y en las partes altas se observan afloramientos rocosos desnudos y laderas sumamente escarpadas, aunque también hay zonas onduladas y planas. A partir de los 1300 msnm las pendientes van de moderadamente inclinadas (15 – 25 %) a empinadas (25 – 35 %). Estas últimas, ubicadas en los sectores bajos de los valles hasta los sectores altos (1600 a 2000 msnm). Más allá de los 2000 msnm se hallan las pendientes altas que se fusionan con bruscas extensiones de peñas y sucesivos muros escarpados, especialmente alrededor de las lagunas las Arreviatadas (3240 msnm). (Pág. SERNANP/SNTN, 2019).

En zonas elevadas del santuario se encuentra en ecosistemas de páramo que tiene como características fundamentales bajas temperaturas, fotoperiodismo tendiente a lo constante, temperatura media anual constante, pero las temperaturas diarias pueden fluctuar en un rango de 20° C, llegando por debajo de los 0° C por la noche (CDC-UNALM, 1992; Duellman y Pramuk, 1999).

## **3.2. Población, muestra y muestreo.**

### **3.2.1. Universo y muestra.**

Considerando que el área total del Santuario Nacional Tabaconas Namballe (SNTN) es de 32, 124.87 hectáreas esta se ha dividido en grillas, es decir, áreas pequeñas de 25 x 25 hectáreas a efecto de desarrollar estudios e implementar su Plan de Manejo.

### **3.2.2. Muestra y unidad de análisis.**

Las unidades de análisis se realizaron mediante la herramienta de grillas, esta es una metodología denominada “Evaluación de efectos por actividades antrópicas en ANP”, que brinda insumos para la planificación

y monitoreo de un ANP, cuyas dimensiones establecidas proporcionalmente al tamaño del objeto de estudio siendo 25x25 hectáreas, ésta metodología fue definida según el SERNANP, mediante resolución presidencial N° 238-2013-SERNANP, las mismas que fueron consideradas para verificación en campo y seleccionadas aleatoriamente usando SIG.

### 3.3. Variables de estudio.

Tabla N° 1: Variables, técnicas e instrumentos.

VARIABLES	TÉCNICA	INSTRUMENTOS
<b>Independiente.</b> Imágenes satelitales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación.</li> <li>- Clasificación asistida y no asistida (Fotointerpretación).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Imágenes satelitales de libre disponibilidad.</li> <li>- Listas de chequeo para validar datos en campo.</li> <li>- Ficha de recolección de datos de factores antrópicos.</li> <li>- SIG (Software libre).</li> </ul>
<b>Dependiente.</b> Cambios de la cobertura vegetal del área del santuario Nacional Tabaconas Namballe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis espacial.</li> <li>- Observación y estimación.</li> <li>- índice de vegetación NDVI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapas temáticos de cambio por cobertura y uso del suelo</li> <li>- SIG (software libre).</li> </ul>

**Fuente:** Elaborado por los testistas.

Las técnicas que se utilizaron principalmente fueron a través de la observación y la interpretación (Clasificación asistida y no asistida) de imágenes satelitales para conocer los cambios de coberturas presentadas en la zona de estudio.

### 3.4. Los instrumentos utilizados son los siguientes:

Imágenes satelitales LANDSAT: Se consideraron debido a su rol fundamental dentro del estudio, pues con ellas se logra identificar las coberturas basado en sus firmas espectrales, en una fase de gabinete.

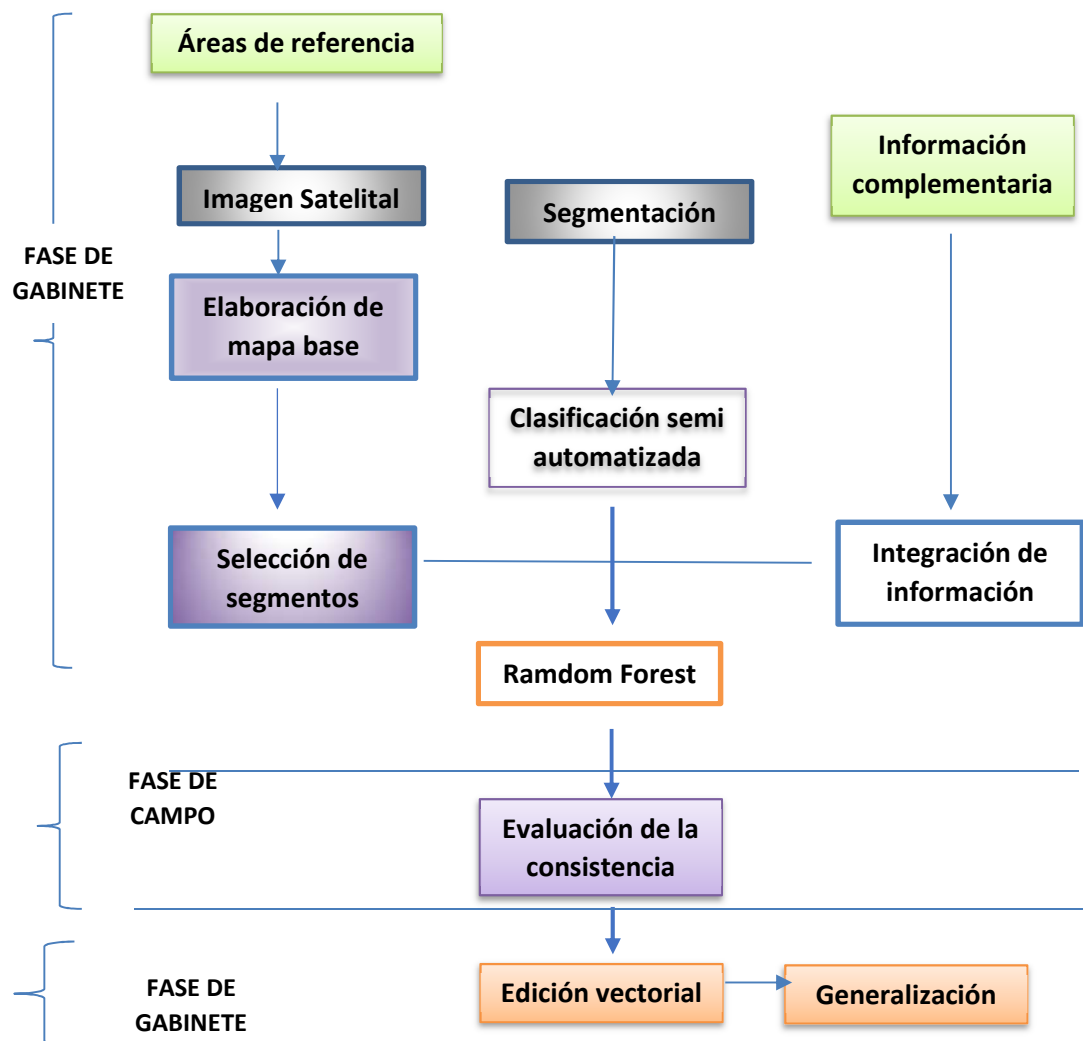
Listas de chequeo: Apuntó a reunir el mayor número de datos posibles acerca de las coberturas identificadas en la fase de campo.

Ficha de recolección de datos agrícolas: Recolectó la mayor cantidad de datos agrícolas acerca de los productores agropecuarios para corroborar datos pasados y actuales.

### **3.5. Metodología.**

Para la determinación de los cambios de cobertura vegetal y uso del suelo, se utilizaron cuatro imágenes Landsat: 02 imágenes Landsat 5 sensor TM y 01 imagen Landsat 7, y una imagen Landsat 8 con resolución espacial de 30 metros durante los años 1989 – 199 – 2007 – 2018 con una serie temporal cada 10 años. Las imágenes fueron obtenidas desde USGS (Centro Geológico de los Estados Unidos) en la página [earthexplorer.usgs.gov](http://earthexplorer.usgs.gov). El modelo metodológico utilizado integra las técnicas del procesamiento digital de imágenes de satélite con el análisis espacial de la información temática georreferenciada propuesto por el Ministerio del Ambiente (MINAM), a través del uso de Sistemas de Información Geográfico. Los procesos desarrollados fueron los siguientes:

**ESQUEMA N° 1.** Proceso de clasificación para la representación cartográfica.



Fuente: Elaboración propia, basado en MINAM 2014. Análisis de las dinámicas de cambio de cobertura de la tierra.

### 3.6. Herramientas.

#### - Imágenes.

Imagen LANDSAT con años 1989-1998-2007-2018, con un rango de 10 años con resolución de 30 metros o menos.



- **Material cartográfico.**

Carta nacional de área de estudio.

Material SIG, Carta nacional del Perú (Escala 1: 100 000), Shapes de Cajamarca (Escala 1:60 000).

- **Software.**

Microsoft windows 10, Microsoft office, ArcGIS 10.4.1, Envi 4.8 y RGui 2.15.

### 3.6.1. Trabajo previo de gabinete.

**a) Instituciones visitadas.**

Municipalidad distrital de Tabaconas y el distrito de Namballe, Autoridad Nacional del Agua (ANA), Ministerio del Ambiente-MINAM, para obtener información temática y cartográfica, obtenidos del GEOIDEP - Portal de Información de Datos Espaciales del Perú y Nodo Central de la Infraestructura de Datos Espaciales del Perú (IDEP).

**b) Recopilación y selección de información cartográfica.**

Se recopiló información bibliográfica de varias fuentes, e información cartográfica (Imágenes satelitales) del sitio web:

<https://earthexplorer.usgs.gov/>. Se descargaron las imágenes que se encontraban libre de nubosidad. Estas imágenes satelitales descargadas tienen un nivel de procesamiento que incluye correcciones radiométricas, geométricas y topográficas. A las imágenes satelitales utilizadas en este estudio, no se les realizó ninguna corrección posterior a las de la descarga de imágenes ya corregidas.

Tabla N° 2: Datos de las imágenes descargadas.

AÑO	FECHA	SATÉLITE	BANDAS
1989	11/10/1989	Landsat5	7
1998	14/07/1998	Landsat5	7
2007	10/11/2007	Landsat7	8
2018	28/11/2018	Landsat8	11

Fuente: Elaborado por tesistas.

### **c) Áreas de referencia.**

Se creó un Shapefile en el software ArcGIS 10.4.1 de forma geométrica (Polígono) para poder delimitar el área de trabajo y posteriormente cortar las imágenes en estudio obteniendo como resultado un archivo con formato ráster.

### **d) Segmentación.**

Para realizar el proceso de segmentación se utilizó el software Envi Zoom 4.8, con la finalidad de dividir en segmentos por medio de una agrupación de pixeles vecinos cuyas características (brillo, textura, color).

- **Escale.**

Para segmentar las imágenes se requiere solo un parámetro (Scale level), este parámetro puede variar entre 0 y 100, valores altos generan pocos segmentos.

- **Merge.**

Es un parámetro opcional, tiene un rango de 0 a 100 se utiliza para integrar segmentos muy pequeños a segmentos más grandes, elementos como árboles y nubes pueden generar segmentos no deseados.

### **e) Información complementaria.**

Se utilizó el ModelBuilder “Coberturas\_tablas para R” obtenido del Ministerio del Ambiente, que nos permite la generalización de la selección de segmentos que posteriormente son utilizados como análisis en el proceso de clasificación, proceso mediante el cual se selecciona los segmentos que se interceptan con las áreas de entrenamiento haciendo una interrelación entre ambos asignando así las clases ya definidas en las áreas de entrenamiento digitalizadas.

#### **f) Selección de segmentos (Áreas de entrenamiento).**

Se creó un Shapefile con el nombre de (aeita\_1) con el software ArcGIS, que nos permite reconocer los segmentos que se muestran consistentes, constituye el conjunto de información de entrada que alimentara el proceso de clasificación automática.

#### **g) Integración de información.**

La información complementaria se obtuvo con el software RGui 2.15 y el algoritmo “recogiendoInfoRaster” obtenido del Ministerio del Ambiente, consiste en unir la información obtenida del Modelo de Elevación Digital (DEM) y las imágenes satelitales como son:

- **Brightness.**

Archivos en formato ráster que contiene datos sobre índice de brillo generado a partir de las imágenes satelitales en estudio.

- **Greenness.**

Archivos en formato ráster que contiene datos sobre índice de verdor generado a partir de las imágenes satelitales de Landsat.

- **Slope.**

Archivo en formato ráster que contiene datos sobre altitud, generados a partir del Modelo de Elevación digital (DEM).

- **Curvatura.**

Describe las características físicas de una cuenca de drenaje para intentar entender los procesos de erosión y escorrentía. La pendiente afecta la tasa general de movimiento descendente. La orientación define la dirección del flujo. La curvatura del perfil afecta la aceleración y desaceleración del flujo y, por lo tanto, influye en la erosión y la sedimentación. La curvatura de la plataforma influye en la convergencia y divergencia del flujo.

En donde se nos genera una tabla llamada “Todo seg” en formato dbf y Rdata.

#### **h) Clasificación semi automatizada.**

La clasificación semi automatizada se obtuvo con el software RGui 2.15 y el algoritmo “filtrar.tabla.todo.rf.2” obtenido del Ministerio del Ambiente. Consiste en procesar los archivos “Todo seg, aeita\_1, y el archivo obtenido de la información complementaria”, en donde se obtiene un mapa preliminar de las coberturas en un formato ráster.

#### **i) Random forest.**

Es un algoritmo de clasificación no lineal que permite evaluar la veracidad del mapa obtenido en la fase inicial de gabinete.

### **3.6.2. Fase de campo.**

- **Evaluación de la consistencia.**

Los mapas obtenidos en la fase inicial fueron contrastados y validados en campo y con una distribución al azar de puntos GPS, con los actores directos; es decir, sobre el mapa y la imagen satelital se realizaron las correcciones que eran necesarias, paralelamente se hizo anotaciones sobre el tipo de vegetación más importante, altitud, y datos referentes al uso actual de la tierra como cultivos, herbazales, arbustales, bosque, etc.

### **3.6.3. Fase final de gabinete.**

- **Edición vectorial.**

Procesamiento que consistió en efectuar mediante el programa ArcGIS 10.4.1 sobre las imágenes satelitales, todos los ajustes espaciales corregidos a nivel de campo.

- **Generalización.**

La generalización se ha desarrollado luego de haber validado en campo los mapas obtenidos utilizando como simbología una tonalidad de color para cada una de las clasificaciones.

## IV. RESULTADOS.

### 4.1. Categorías identificadas de cobertura y uso de la tierra bajo la clasificación Corine Land Cover.

Luego del procesamiento de las 4 imágenes satelitales utilizadas para la investigación, se obtuvieron 4 categorías de clasificación de cobertura y uso de la tierra las cuales han sido clasificadas en el Nivel III de Corine Land Cover adaptada para Perú. A partir de las categorías encontradas se realizó un análisis cuantitativo y cualitativo (análisis multi-temporal) en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe. En la tabla 3, se muestra las categorías obtenidas de la clasificación:

Tabla N° 3: Categorías del uso actual de la tierra identificadas en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	CÓDIGO
2. Áreas agrícolas.	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.	2.4.1. Mosaico de cultivos.	Mc
3. Bosques y áreas mayormente naturales.	3.1. Bosques.	3.1.3. Bosque denso alto.	Ba
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.	3.3.1 Herbazal.	He
5. Superficies de Agua.	5.1. Aguas continentales.	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.	La

Fuente: Elaborado por los tesisistas.

#### **4.1.1. Áreas agrícolas.**

#### **2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.**

##### **2.4.1. Mosaico de cultivos (Mc).**

Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas agrícolas y naturales. Están, dispuestas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación en coberturas individuales; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, las condiciones locales de los suelos, las prácticas de manejo utilizadas y las formas locales de tenencia de la tierra.

En esta categoría de mosaico de cultivos con espacios naturales se han reportado cultivo como: Café (*Coffea arabica*), plátanos, bitucas, entre otros.

#### **4.1.2. Bosques y áreas mayormente naturales.**

##### **3.1. Bosques.**

##### **3.1.3. Bosque denso alto (Ba).**

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más de 70% del área total de la unidad, y que en promedio presentan una altura del dosel superior a los 15 metros.

En esta categoría de bosque denso alto han reportado especies que más destacan: Entre las más representativas están el árbol del romerillo (*Podocarpus spp.*), Saucecillo (*Podocarpus oleifolius*), Cedro (*Cedrela sp.*), Cascarilla (*Cinchona sp.*), Higuerón (*Picus glabrata*), Lanche (*Calypttranthe paniculada*), Moena (*Aniba sp.*) Negrito (*Ocotea rubra*), etc.

### **3.3. Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva.**

#### **3.3.1. Herbazal (He).**

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural en diferentes densidades y sustratos, los cuales forman una cobertura densa (>70% de ocupación) o abierta (30% - 70% de ocupación). Una hierba es una planta no lignificada o apenas lignificada, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos (Font Queur, 1982). Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original y las características funcionales (IGAC, 1999). El área en estudio se caracteriza por una vegetación de pastos y arbustiva adaptado a un clima extremo con variaciones diurnos de temperatura, las especies registradas propias de paramo se tiene *chuquiragua jussieu*, *bejaria resinosa*, *hypericum spruci*, entre otros.

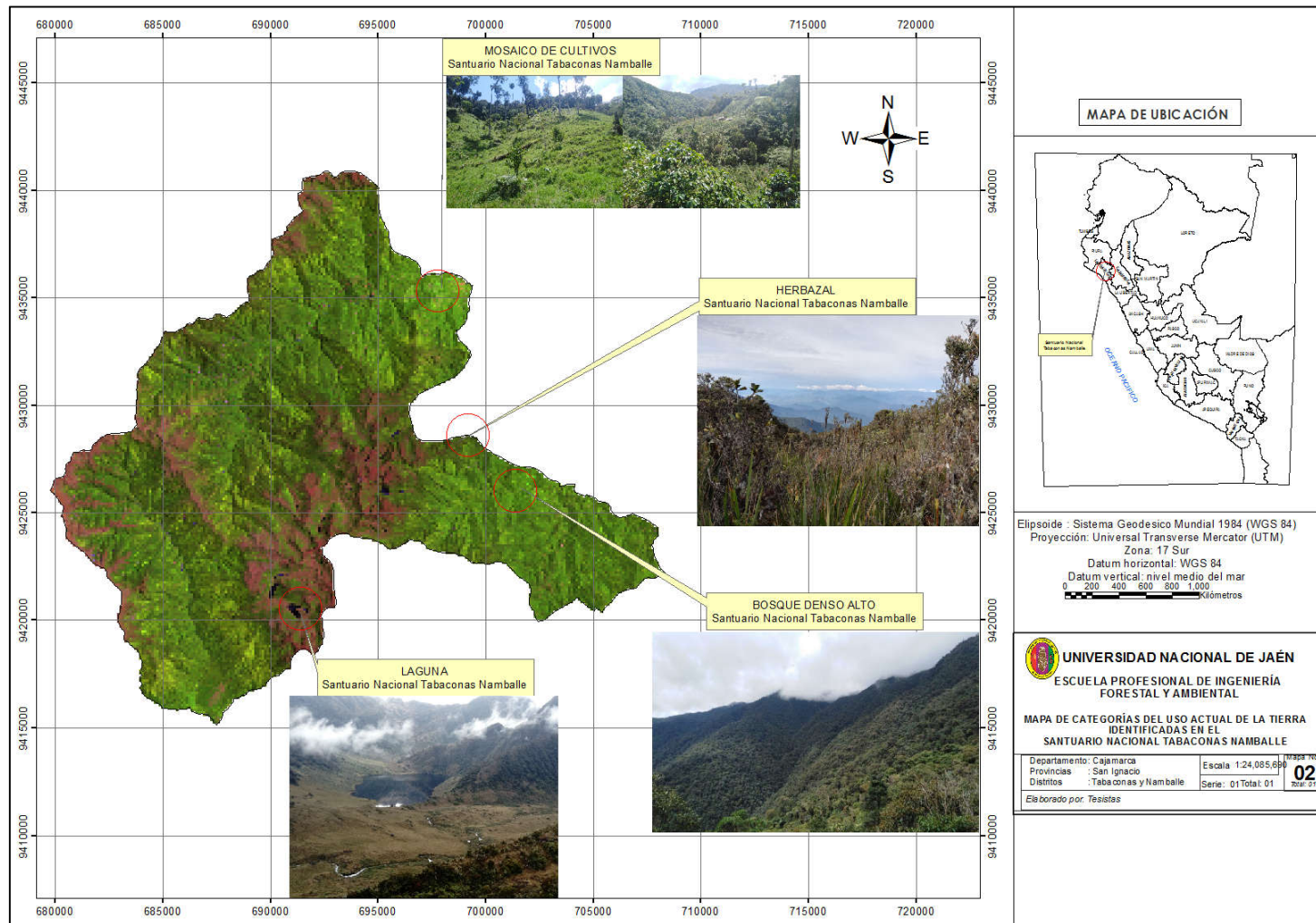
#### **4.1.3. Superficie de agua.**

##### **5.1. Aguas continentales.**

##### **5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La).**

Los cuerpos de agua en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe en su conjunto, se agrupan un total de 23 lagunas, suman un total 89.22 hectáreas lo que constituye el 0.28% del total del territorio del área.

Mapa N° 2: Categorías identificadas en campo.





#### 4.2. Análisis de los cambios de cobertura y uso de la tierra en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe ocurridos en los años 1989-1998-2007-2018.

Del procesamiento de las imágenes satelitales, se obtuvieron los mapas de cobertura de cada año de estudio como se describe a continuación en el cual se analizó los cambios ocurridos.

##### 4.2.1. Cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe para el año 1989.

###### a) Matriz de confusión.

La matriz de confusión para el año 1989, permite comparar dos clasificaciones: Una definida por el usuario como base y la otra, la que se desea evaluar. Se construye una comparación matricial de clases realizadas de la clasificación, ubicada generalmente en diferentes sectores o en la totalidad del mapa, confrontando las clases de cada clasificación (LI et al., 2009; Santos, 2007).

Con la matriz de confusión se generan tres tipos de exactitud: exactitud global, exactitud del usuario, exactitud del productor (LI et al., 2009), definiendo cada uno en la tabla 3.

Tabla N° 4: Matriz de confusión del año 1989.

Resultados de la clasificación	Resultados	Categorías asignadas en la imagen satelital landsat5				Total	F. USUARIO %
		241(Mc)	313(Ba)	331(He)	512(La)		
	241(Mc)	14	0	0	0	14	100.00
	313(Ba)	0	16	1	0	17	94.12
	331(He)	0	1	21	0	22	95.45
	512(La)	0	0	0	10	10	100.00
	TOTAL	14	17	22	10	63	
	F. PRODUCTOR%	100.00	94.12	95.45	100.00		

Fuente: Elaborado por tesisistas.

- En las filas se muestra la fiabilidad de las áreas de entrenamiento digitalizadas por el usuario:

En la categoría 241 (Mc), se digitalizaron 14 áreas de entrenamiento, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %. En la categoría 313 (Ba), se digitalizaron 17 áreas de entrenamiento que corresponde a bosque denso alto, de las cuales 16 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 331 (He), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del usuario de 94.12 %.

En la categoría 331 (He), se digitalizaron 22 áreas de entrenamiento que corresponde a herbazal, de las cuales 21 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 313 (He), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del usuario 95.45%. En la categoría 512 (La), digitalizaron 10 áreas de entrenamiento que corresponde lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

- En la columna se muestra el acierto de la clasificación en el terreno por categoría:

En la categoría 241 (Mc), se digitalizaron 14 áreas de, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del productor de 100.00 %.

En la categoría 313 (Ba), se digitalizaron 17 áreas de entrenamiento que corresponde a bosque denso alto, de las cuales 16 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 331 (He), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del productor de 94.12 %.

En la categoría 331 (He), se digitalizaron 22 áreas de entrenamiento que herbazal, de las cuales 21 fueron clasificadas correctamente y

1 fue confundida en la categoría 313 (Ba), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del productor 95.45%.

En la categoría 512 (La), digitalizaron 10 áreas de entrenamiento que corresponde lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del productor de 100.00 %.

**b) Índice Kappa.**

Cálculo del Índice Kappa para el año 1989.

$$P_o \frac{(14 + 16 + 21 + 10)}{63} = 0.96$$

Exactitud global (EG)

$$(EG) = 0.96 \times 100$$

$$(EG) = 96.00\%$$

$$P_e \frac{(14 \times 14) + (17 \times 17) + (22 \times 22) + (10 \times 10)}{(63)^2} = 0.26$$

Pe= proporción de concordancia esperada puro azar.

$$K \frac{0.96 - 0.26}{1 - 0.26} = 0.94$$

El resultado del cálculo de índice Kappa es de 0.94 %, según la fuerza de concordancia indica como “Muy buena”.

**c) El porcentaje correctamente clasificado.**

El porcentaje correctamente clasificado para el año 1989 es de 94.00 %.

**d) Categorías encontradas en el año 1989.**

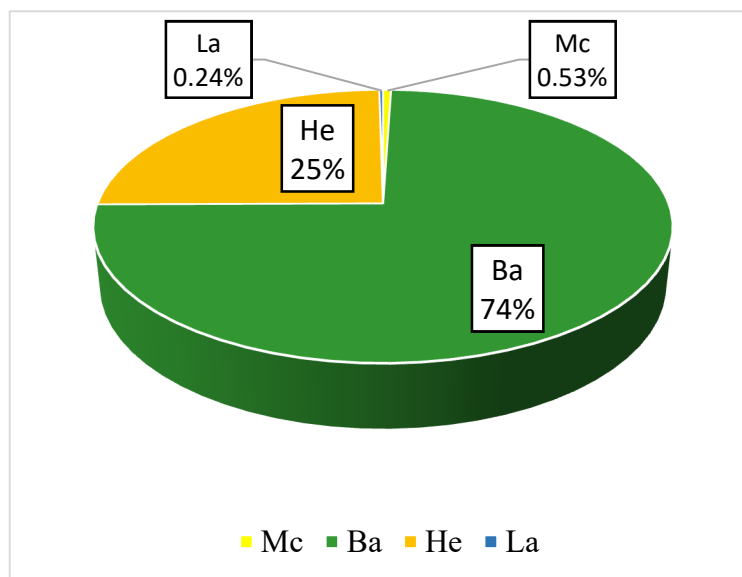
Las principales categorías de cobertura vegetal encontrados para el año 1989, fueron (Tabla 5):

Tabla N° 5: Categorías obtenidas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe del año 1989.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	CÓDIGO	Área ha_1989	%
2. Áreas agrícolas.	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.	2.4.1. Mosaico de Cultivos.	Mc	169.63	0.53
3. Bosques y áreas mayormente naturales.	3.1. Bosques.	3.1.3. Bosque denso alto.	Ba	23887.81	74.36
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.	3.3.1 Herbazal.	He	7989.49	24.87
5. Superficies de Agua.	5.1. Aguas continentales.	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.	La	77.93	0.24
<b>TOTAL</b>				32124.87	100.00

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesisistas.

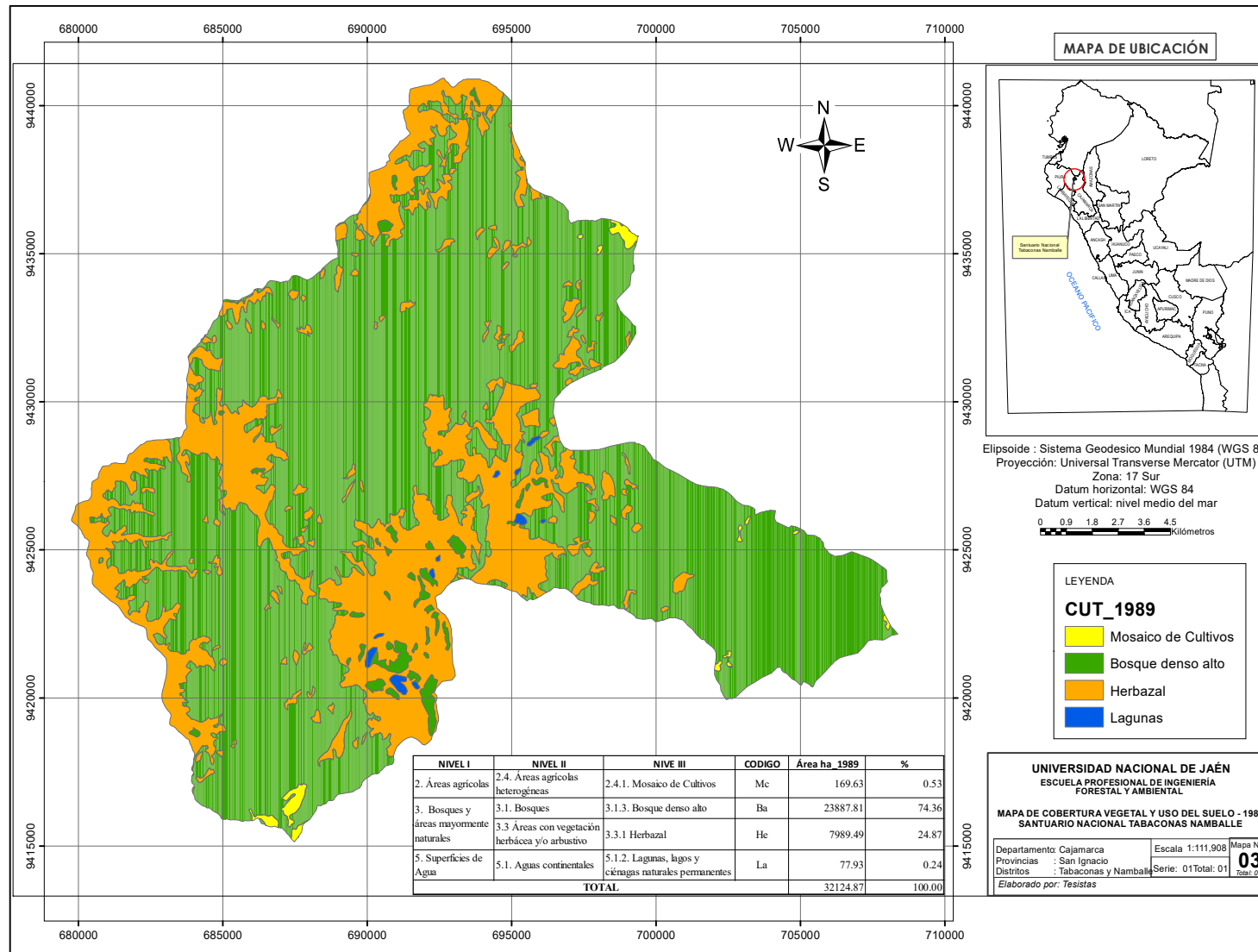
Gráfica N° 1: Distribución porcentual de cobertura para el año 1989.



De acuerdo a los resultados obtenidos por cada categoría y su distribución porcentual, la cobertura del Santuario Nacional Tabaconas Namballe en el año de 1989 (Mapa 3), está distribuido en el orden como se muestra en el gráfico 1.

El 74.36% de la superficie del Santuario Nacional Tabaconas Namballe está cubierta por bosque denso alto (Ba) con un área total de 23887.81 hectáreas, el 24.87 % está cubierta por herbazal (He) con un área total de 7989.49 hectáreas, el 0.53% está cubierta por mosaico de cultivos (Mc) con un área total de 169.63 hectáreas, el 0.24% está cubierta por lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con un área total de 77.93 hectáreas.

Mapa N° 3: Cobertura y uso de la tierra año 1989.



#### 4.2.2. Cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe para el año 1998.

##### a) Matriz de confusión.

La matriz de confusión para el año 1998, permite comparar dos clasificaciones: una definida por el usuario como base y la otra, la que se desea evaluar. Se construye una comparación matricial de clases realizadas de la clasificación, ubicada generalmente en diferentes sectores o en la totalidad del mapa, confrontando las clases de cada clasificación (LI et al., 2009; Santos 2007).

Con la matriz de confusión se generan tres tipos de exactitud: exactitud global, exactitud del usuario, exactitud del productor (LI et al., 2009), definiendo cada uno en la tabla 6.

Tabla N° 6: Matriz de confusión del año 1998.

Resultados de la clasificación	Resultados	Categorías asignadas en la imagen satelital landsat5				Total	F. USUARIO %
		241(Mc)	313(Ba)	331(He)	512(La)		
	241(Mc)	13	0	1	0	14	92.86
	313(Ba)	0	19	0	0	19	100.00
	331(He)	1	0	14	0	15	93.33
	512(La)	0	0	0	9	9	100.00
	TOTAL	14	19	15	9	57	
	F. PRODUCTOR%	92.86	100.00	93.33	100.00		

Fuete: Elaborado por tesisistas.

- En las filas se muestra la fiabilidad de las áreas de entrenamiento digitalizadas por el usuario:

En la categoría 241 (Mc), se digitalizaron 14 áreas de entrenamiento, de las cuales 13 pertenecen a la categoría respectiva y 1 fue confundida con la categoría herbazal dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del usuario de 92.86 %.

En la categoría 313 (Ba), se digitalizaron 19 áreas de entrenamiento que corresponde a bosque denso alto de las cuales todas fueron

correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la categoría 331 (He), se digitalizaron 15 áreas de entrenamiento de las cuales 14 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 241 (Mc), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del usuario de 93.33%.

En la categoría 512 (La), se digitalizaron 9 áreas de entrenamiento que corresponde lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

- En la columna se muestra el acierto de la clasificación en el terreno por categoría:

En la categoría 241 (Mc), se digitalizaron 14 áreas de entrenamiento, de las cuales 13 pertenecen a la categoría respectiva Y 1 fue confundida con la categoría 331 (He), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del usuario de 92.86 %.

En la categoría 313 (Ba), se digitalizaron 19 áreas de entrenamiento que corresponde a bosque denso alto de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del productor de 100.00 %.

En la categoría 331 (He), se digitalizaron 15 áreas de entrenamiento de las cuales 14 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 241 (Mc), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del productor de 93.33%.

En la categoría 512 (La), se digitalizaron 9 áreas de entrenamiento que corresponde lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del productor de 100.00 %.



**b) Índice Kappa.**

Cálculo del Índice Kappa para el año 1998.

$$P_o \frac{(13 + 19 + 14 + 9)}{57} = 0.96$$

$$P_e \frac{(13 \times 13) + (19 \times 19) + (14 \times 14) + (9 \times 9)}{(57)^2} = 0.25$$

Pe= proporción de concordancia esperada puro azar.

$$K \frac{0.96 - 0.25}{1 - 0.25} = 0.95$$

El resultado del cálculo de índice Kappa es de 0.95 %, según la fuerza de concordancia indica como “Muy buena”.

**c) El porcentaje correctamente clasificado.**

El porcentaje correctamente clasificado para el año 1998 es de 95.00 %.

**d) Categorías encontradas en el año 1998.**

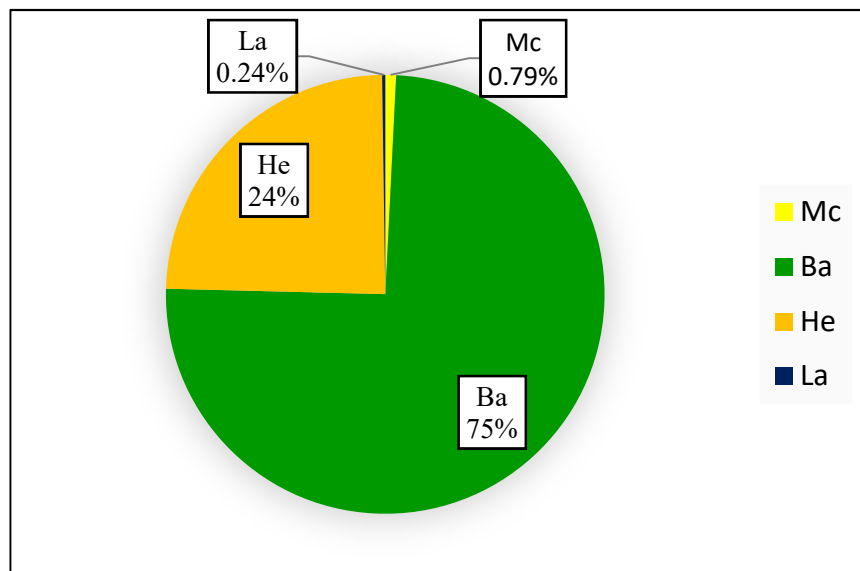
Las principales categorías de cobertura vegetal encontrados para el año 1998, fueron (Tabla 6):

Tabla N° 7: Categorías obtenidas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe del año 1998.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	CÓDIGO	Área ha_1998	%
2. Áreas agrícolas.	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.	2.4.1. Mosaico de Cultivos.	Mc	252.89	0.79
3. Bosques y áreas mayormente naturales.	3.1. Bosques.	3.1.3. Bosque denso alto.	Ba	23970.20	74.62
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.	3.3.1 Herbazal.	He	7825.68	24.36
5. Superficies de Agua.	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.	La	76.09	0.24
<b>TOTAL</b>				32124.87	100.00

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesistas.

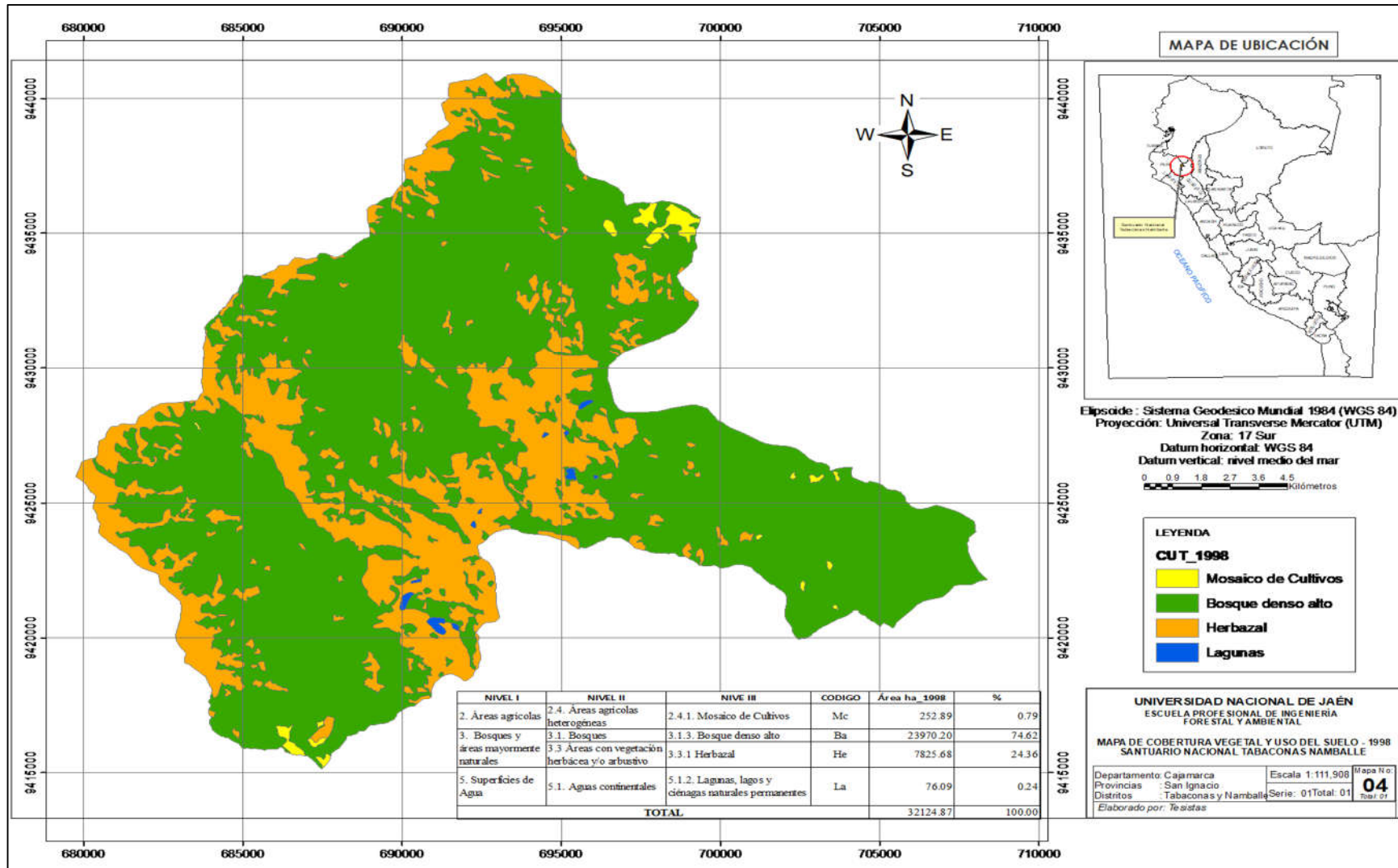
Gráfica N° 2. Distribución porcentual de cobertura para el año 1998.



De acuerdo a los resultados obtenidos por cada categoría y su distribución porcentual, la cobertura del Santuario Nacional Tabaconas Namballe en el año de 1998 (Mapa 4), está distribuido en el orden como se muestra en el gráfico 2.

El 74.62 % de la superficie del Santuario Nacional Tabaconas Namballe está cubierta por bosque denso alto (Ba) con un área total de 23970.20 hectáreas, el 24.36% está cubierta por herbazal (He) con un área total de 7825.68 hectáreas, el 0.79% está cubierta por mosaico de cultivos (Mc) con un área total de 252.89 hectáreas, el 0.24% está cubierta por Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con un área total de 76.09 hectáreas.

Mapa N° 4: Cobertura y uso de la tierra año 1998.



#### 4.2.3. Cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe para el año 2007.

##### a) Matriz de confusión.

La matriz de confusión para el año 2007, permite comparar dos clasificaciones: una definida por el usuario como base y la otra, la que se desea evaluar. Se construye una comparación matricial de clases realizadas de la clasificación, ubicada generalmente en diferentes sectores o en la totalidad del mapa, confrontando las clases de cada clasificación (LI et al., 2009; Santos 2007).

Con la matriz de confusión se generan tres tipos de exactitud: exactitud global, exactitud del usuario, exactitud del productor (LI et al., 2009), definiendo cada uno en la tabla 8.

Tabla N° 8: Matriz de confusión del año 2007.

Resultados de la clasificación	Resultados	Categorías asignadas en la imagen satelital landsat7				Total	F. USUARIO%
		241(Mc)	313(Ba)	331(He)	512(La)		
	241(Mc)	17	0	0	0	17	100.00
	313(Ba)	0	15	1	0	16	93.75
	331(He)	0	1	16	0	17	94.12
	512(La)	0	0	0	8	8	100.00
	TOTAL	17	16	17	8	58	
	F. PRODUCTOR%	100.00	93.75	94.12	100.00		

Fuente: Elaborado por tesisistas.

- En las filas se muestra la fiabilidad de las áreas de entrenamiento digitalizadas por el usuario:

En la categoría 241 (Mc), se digitalizaron 17 áreas de entrenamiento, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %. En la categoría 313 (Ba), se digitalizaron 16 áreas de entrenamiento que corresponde a bosque denso alto de las cuales 15 fueron

clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 331 (He), equivalente a una fiabilidad del usuario de 93.75 %.

En la categoría 331 (He), se digitalizaron 17 áreas de entrenamiento de las cuales 16 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 313 (He), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del usuario de 94.12%.

En la categoría 512 (La), digitalizaron 8 áreas de entrenamiento que corresponde Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

- En la columna se muestra el acierto de la clasificación en el terreno por categoría:

En la categoría 241 (Mc), se digitalizaron 17 áreas de entrenamiento, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la categoría 313 (Ba), se digitalizaron 16 áreas de entrenamiento que corresponde a bosque denso alto de las cuales 15 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 331 (He), equivalente a una fiabilidad del productor de 93.75 %.

En la categoría 331 (He), se digitalizaron 17 áreas de entrenamiento de las cuales 16 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 313 (Ba), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del productor de 94.12%.

En la categoría 512 (La), digitalizaron 8 áreas de entrenamiento que corresponde Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del productor de 100.00 %.

**b) Índice Kappa.**

Cálculo del Índice Kappa para el año 2007

$$P_o \frac{(17 + 15 + 16 + 8)}{58} = 0.97$$

$$P_e \frac{(17 \times 17) + (16 \times 16) + (17 \times 17) + (8 \times 8)}{(58)^2} = 0.26$$

Pe= proporción de concordancia esperada puro azar.

$$K \frac{0.97 - 0.27}{1 - 0.27} = 0.96$$

El resultado del cálculo de índice Kappa es de 0.96%, según la fuerza de concordancia indica como “Muy buena”.

**c) El porcentaje correctamente clasificado.**

El porcentaje correctamente clasificado para el año 2007 es de 96.00 %.

**d) Categorías encontradas en el año 2007.**

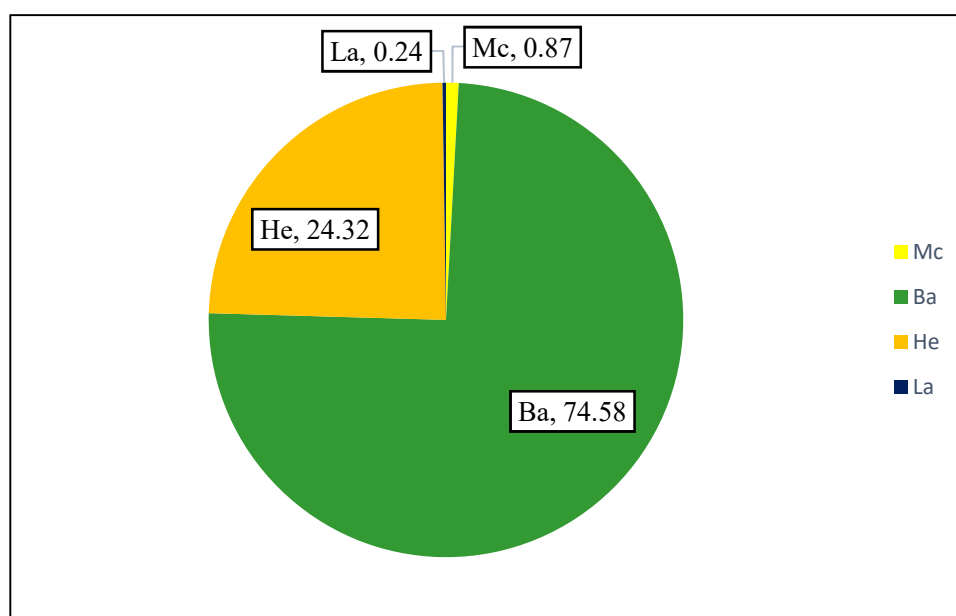
Las principales categorías de cobertura vegetal encontrados para el año 2007, fueron (Tabla 9):

Tabla N° 9: Categorías obtenidas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe del año 2007.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	CÓDIGO	Área ha_2007	%
2. Áreas agrícolas.	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.	2.4.1. Mosaico de Cultivos.	Mc	278.21	0.87
3. Bosques y áreas mayormente naturales.	3.1. Bosques.	3.1.3. Bosque denso alto.	Ba	23958.56	74.58
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.	3.3.1 Herbazal.	He	7811.35	24.32
5. Superficies de Agua.	5.1. Aguas continentales.	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.	La	76.76	0.24
<b>TOTAL</b>				32124.87	100.00

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesisistas.

Gráfica N° 3: Distribución porcentual de cobertura para el año 2007.

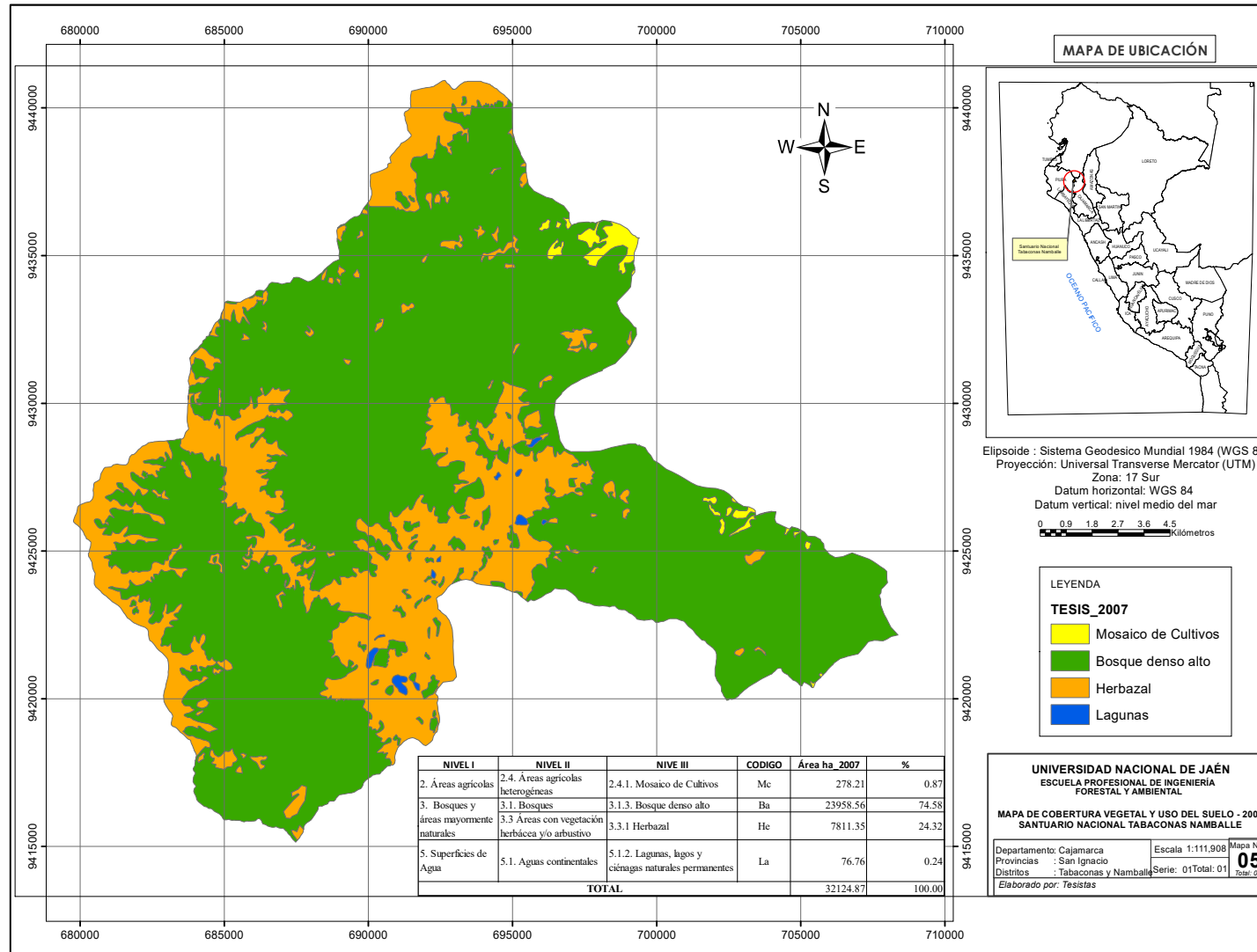


De acuerdo a los resultados obtenidos por cada categoría y su distribución porcentual, la cobertura del Santuario Nacional Tabaconas Namballe en el año de 2007 (Mapa 5), está distribuido en el orden como se muestra en el gráfico 3.



El 74.58% de la superficie del Santuario Nacional Tabaconas Namballe está cubierta por bosque denso alto (Ba) con un área total de 23958.56 hectáreas, el 24.32% está cubierta por herbazal (He) con un área total de 7811.35 hectáreas, el 0.87% está cubierta por mosaico de cultivos (Mc) con un área total de 278.21 hectáreas, el 0.24% está cubierta por lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con un área total de 76.76 hectáreas.

Mapa N° 5: Cobertura y uso de la tierra año 2007.



#### 4.2.4. Cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe para el año 2018.

##### e) Matriz de confusión.

Se realizó la matriz de confusión, con la finalidad de comprobar la clasificación de coberturas y verificar la respectiva correspondencia a la clase que pertenece, en dichas matrices se obtiene la exactitud del productor (EP) el cual viene hacer el porcentaje de pixeles que pertenecen a una clase que ha sido correctamente clasificados, la exactitud del usuario (EU) que viene a ser el porcentaje de pixeles clasificados, que pertenezcan realmente a la clase y la exactitud global (EG) que viene hacer la sumatoria de la exactitud del usuario dividido con el total. Se realizó el cálculo del índice kappa para la matriz de confusión, el cual indica la concordancia.

Tabla N° 10: Matriz de confusión del año 2018.

Resultados de la clasificación	Resultados	Categorías asignadas en la imagen satelital landsat8				Total	F. USUARIO %
		241(Mc)	313(Ba)	331(He)	512(La)		
	241(Mc)	20	0	0	0	20	100.00
	313(Ba)	0	23	0	1	24	95.83
	331(He)	0	0	23	0	23	100.00
	512(La)	0	1	0	9	10	90.00
	TOTAL	20	24	23	10	77	
	F. PRODUCTOR%	100.00	95.83	100.00	90.00		

Fuente: Elaborado por tesistas.

- En las filas se muestra la fiabilidad de las áreas de entrenamiento digitalizadas por el usuario:

En la categoría 241 (Mc), se digitalizaron 20 áreas de entrenamiento, las cuales todas fueron correctamente digitalizadas. Equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la categoría 313 (Ba), se digitalizaron 24 áreas de entrenamiento de las cuales 23 fueron clasificadas correctamente y 1 fue

confundida en la categoría 512 (La), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del usuario de 95.83%.

En la categoría 331 (He), digitalizaron 23 áreas de entrenamiento que corresponde a la categoría herbazal, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del usuario de 100.00 %.

En la categoría 512 (La), se digitalizaron 10 áreas de entrenamiento de las cuales 9 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 313 (Ba), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del usuario de 90.00%.

- En la columna se muestra el acierto de la clasificación en el terreno por categoría:

En la categoría 241 (Mc), se digitalizaron 20 áreas de entrenamiento, las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del productor de 100.00 %.

En la categoría 313 (Ba), se digitalizaron 24 áreas de entrenamiento de las cuales 23 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 512 (La), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del productor de 95.83%.

En la categoría 331 (He), digitalizaron 23 áreas de entrenamiento que corresponde a la categoría herbazal, de las cuales todas fueron correctamente digitalizadas, equivalente a una fiabilidad del productor de 100.00 %.

En la categoría 512 (La), se digitalizaron 10 áreas de entrenamiento de las cuales 9 fueron clasificadas correctamente y 1 fue confundida en la categoría 313 (Ba), dando como resultado un equivalente a una fiabilidad del productor de 90.00%.

f) **Índice Kappa.**

Cálculo del Índice Kappa para el año 2018

$$P_o \frac{(20 + 23 + 23 + 9)}{77} = 0.97$$

$$P_e \frac{(20 \times 20) + (24 \times 24) + (23 \times 23) + (10 \times 10)}{(77)^2} = 0.27$$

Pe= proporción de concordancia esperada puro azar.

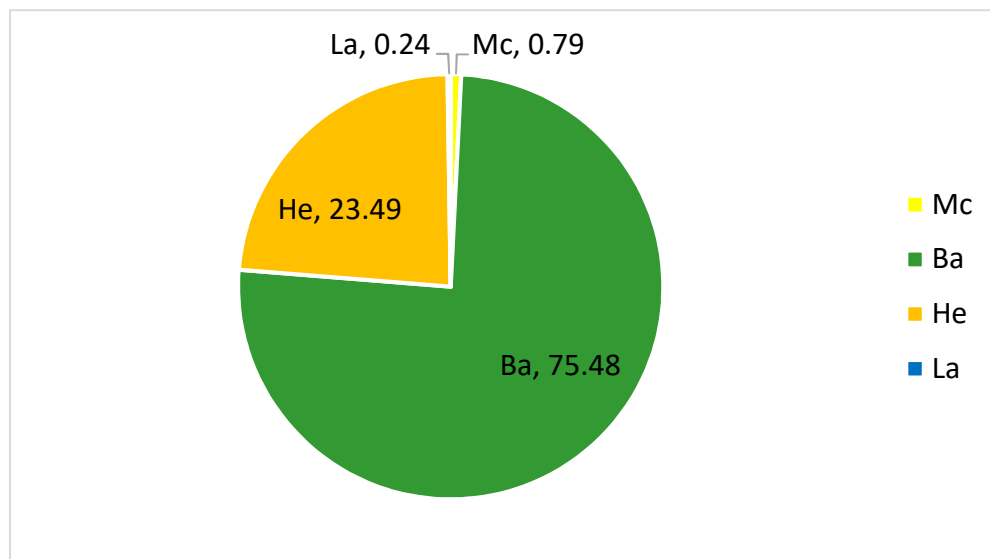
$$K \frac{0.97 - 0.27}{1 - 0.27} = 0.96$$

Tabla N° 11: Categorías obtenidas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe del año 2018.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	CÓDIGO	Área ha 2018	%
2. Áreas agrícolas.	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.	2.4.1. Mosaico de Cultivos.	Mc	254.18	0.79
3. Bosques y áreas mayormente naturales.	3.1. Bosques.	3.1.3. Bosque denso alto.	Ba	24247.81	75.48
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.	3.3.1 Herbazal.	He	7547.28	23.49
5. Superficies de Agua.	5.1. Aguas continentales.	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.	La	75.59	0.24
<b>TOTAL</b>				32124.87	100.00

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesisistas.

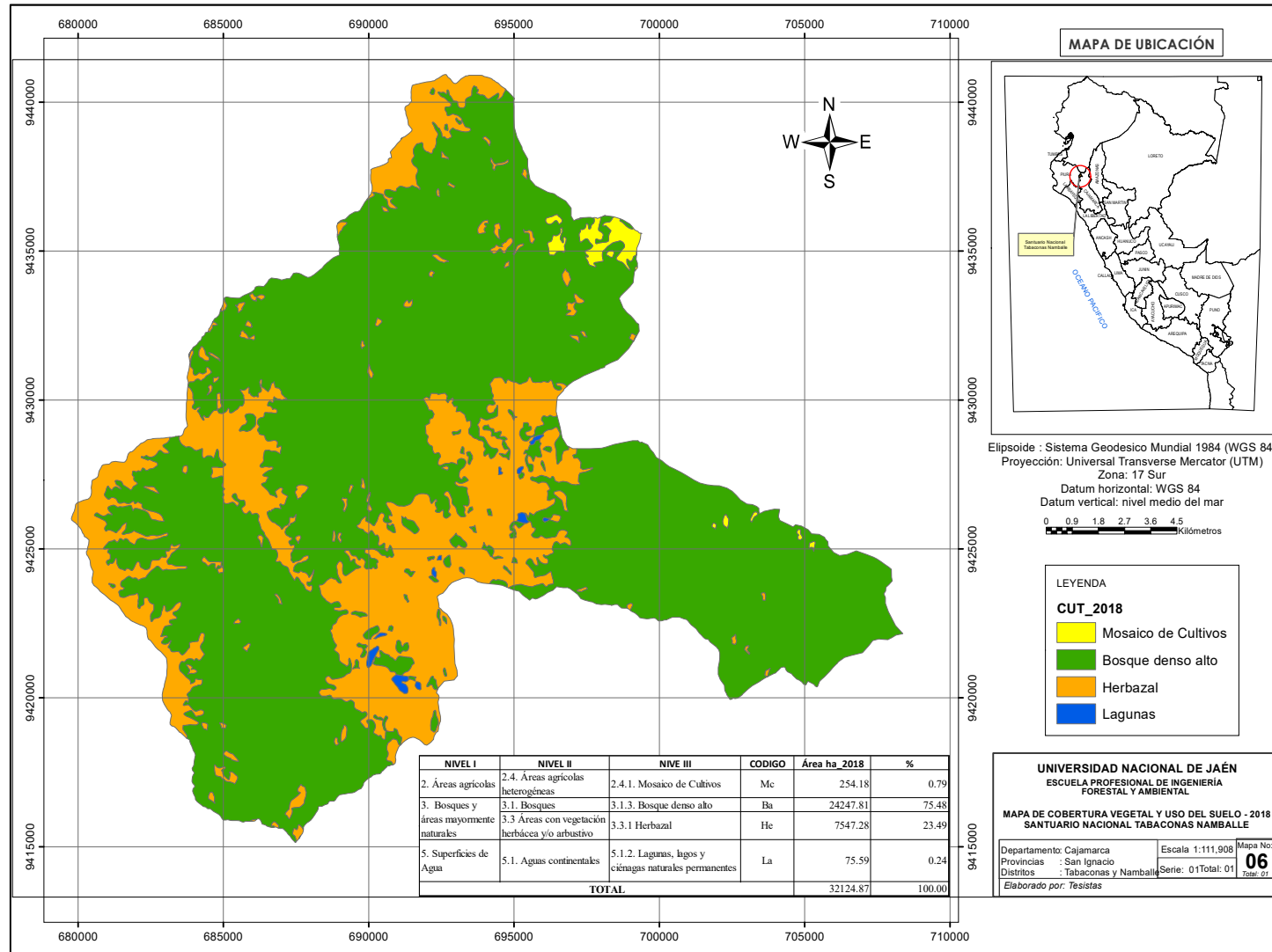
Gráfica N° 4: Distribución porcentual de cobertura para el año 2018.



De acuerdo a los resultados obtenidos por cada categoría y su distribución porcentual, la cobertura del Santuario Nacional Tabaconas Namballe en el año de 2018 (Mapa 6) está distribuido en el orden como se muestra en el gráfico 4.

El 75.48 % de la superficie del Santuario Nacional Tabaconas Namballe está cubierta por bosque denso alto (Ba) con un área total de 24247.81 hectáreas, el 23.49% está cubierta por herbazal (He) con un área total de 7547.28 hectáreas, el 0.79% está cubierta por mosaico de cultivos (Mc) con un área total de 254.18 hectáreas, el 0.24% está cubierta por lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con un área total de 75.59 hectáreas.

Mapa N° 6: Cobertura y uso de la tierra año 2018.



### 4.3. Análisis de cambio y no cambio del uso de la tierra del área en estudio.

Del análisis de las 4 imágenes satelitales y 4 categorías reconocidas, durante los periodos 1989 – 1998 – 2007 – 2018, se obtuvo el siguiente resultado de cambios de cobertura como se muestra en la tabla 12.

Tabla N° 12: Resumen de resultado obtenido por categoría, periodos 1989 – 1998 – 2007 – 2018.

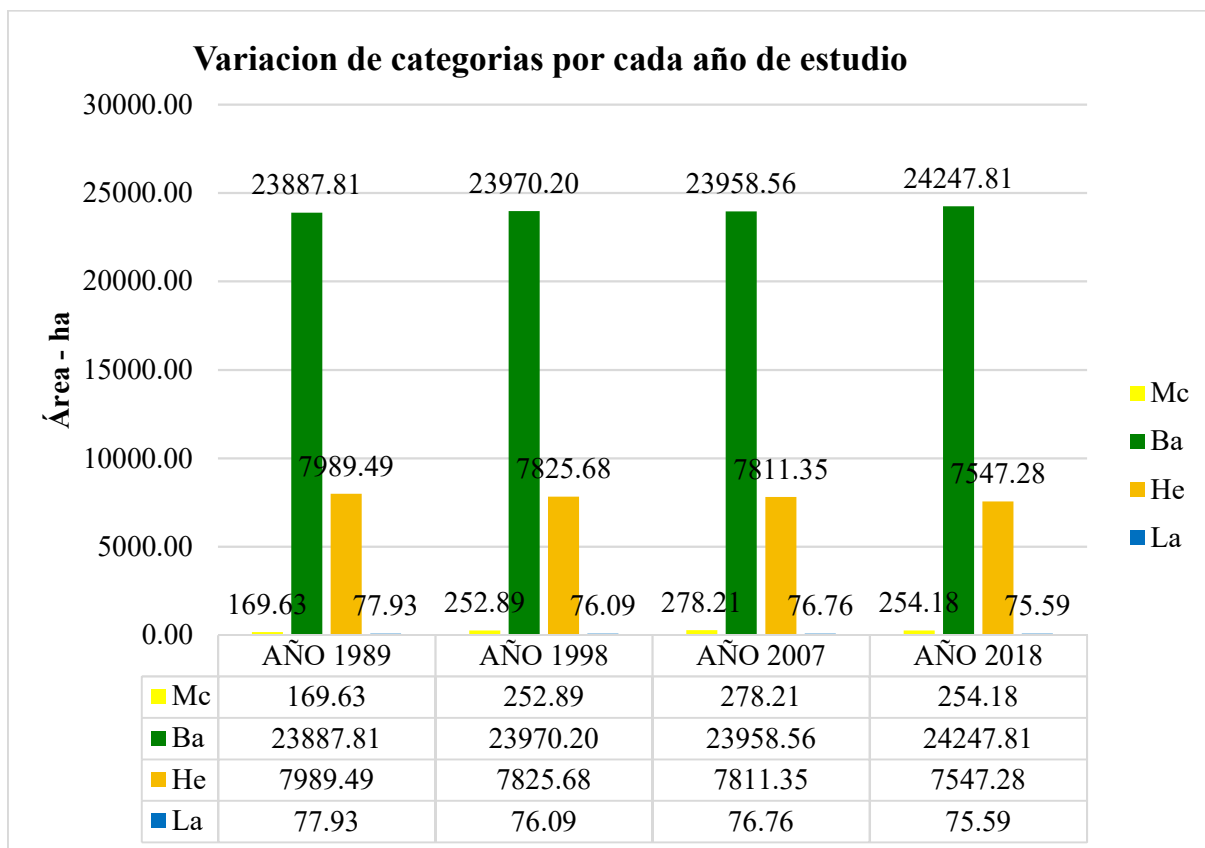
CATEGORÍAS	AÑO 1989		AÑO 1998		AÑO 2007		AÑO 2018	
	Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
Mc	169.63	0.53	252.89	0.79	278.21	0.87	254.18	0.79
Ba	23887.81	74.36	23970.20	74.62	23958.56	74.58	24247.81	75.48
He	7989.49	24.87	7825.68	24.36	7811.35	24.32	7547.28	23.49
La	77.93	0.24	76.09	0.24	76.76	0.24	75.59	0.24
<b>TOTAL</b>	<b>32124.87</b>	<b>100.00</b>	<b>32124.87</b>	<b>100.00</b>	<b>32124.87</b>	<b>100.00</b>	<b>32124.87</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesisistas.

Las categorías que más variación han experimentado, ya sea positivo o negativo son el bosque denso alto (Ba), herbazal (He), mosaico de cultivos (Mc) y por último lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La), tal como se muestra en el gráfico 5.



Gráfica N° 5: Variación de categorías por cada año de estudio.

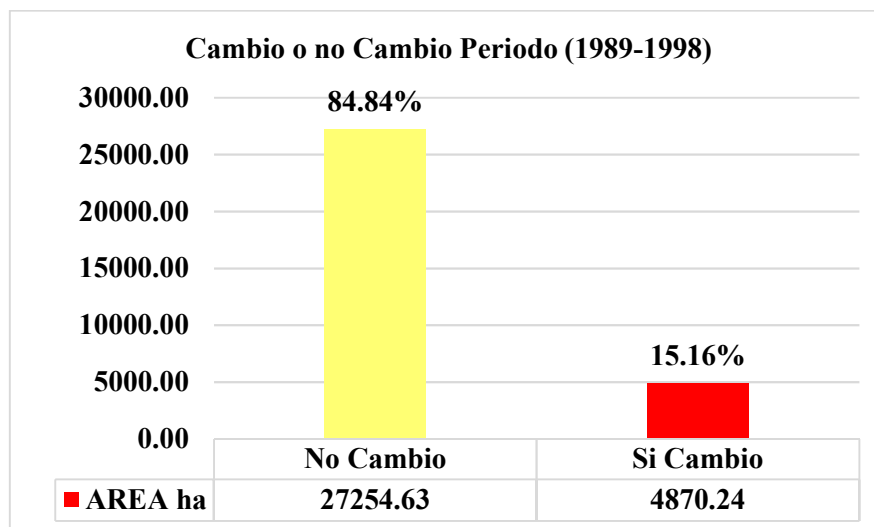


Para determinar el cambio y no cambio de cobertura del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, se evaluó la variación de las categorías de forma global entre cada periodo (1989 - 1998, 1998 - 2007 y 2007 - 2018), sin importar los motivos o a que categorías de cobertura vegetal cambiaron dichos polígonos. A continuación, se muestra lo resultados del análisis:

#### 4.3.1. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1989 – 1998.

El Santuario Nacional Tabaconas Namballe cuenta con una superficie de 32 124.87 hectáreas, durante el periodo de 1989 – 1998, sufrió cambios de 4870.24 hectáreas equivalente al 15.16% y no cambio 27254.63 hectáreas, equivalente al 84.84%, tal como se puede apreciar en el gráfico 6.

Gráfica N° 6: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1989 – 1998.



En el periodo 1989 - 1999, se puede observar ganancia de área (+) como también perdida (-) en las categorías obtenidas. La mayor variación de cambio se propinó en las siguientes categorías:

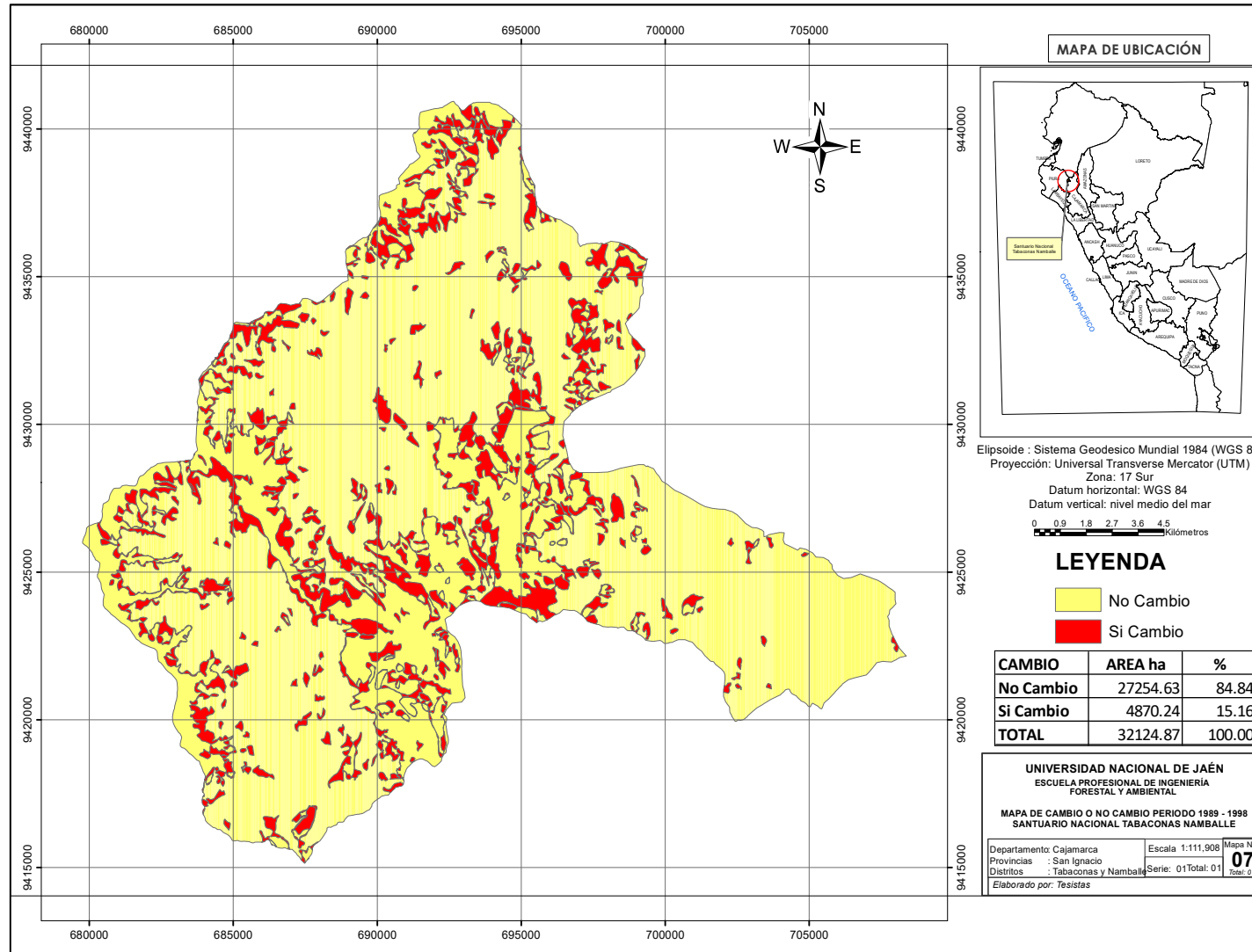
Herbazal (He) con una disminución de -163.81ha, Bosque denso alto (Ba) con un incremento de 82.39 hectáreas, Mosaico de cultivos (Mc) con un incremento de 83.26 hectáreas, y la menor variación se propino en la categoría de lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con una disminución de -1.84 hectáreas. A continuación, se detalla los resultados obtenidos en la tabla 13 y el mapa 7:

Tabla N° 13: Pérdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1989 – 1998.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	CÓDIGO	AÑO 1989		AÑO 1998		1989 - 1999	
				Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
2. Áreas agrícolas.	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.	2.4.1. Mosaico de Cultivos.	Mc	169.63	0.53	252.89	0.79	83.26	0.26
3. Bosques y áreas mayormente naturales.	3.1. Bosques.	3.1.3. Bosque denso alto.	Ba	23887.81	74.36	23970.20	74.62	82.39	0.26
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.	3.3.1 Herbazal.	He	7989.49	24.87	7825.68	24.36	-163.81	-0.51
5. Superficies de Agua.	5.1. Aguas continentales.	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.	La	77.93	0.24	76.09	0.24	-1.84	-0.01
<b>TOTAL</b>				32124.87	100.00	32124.87	100.00		

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesistas.

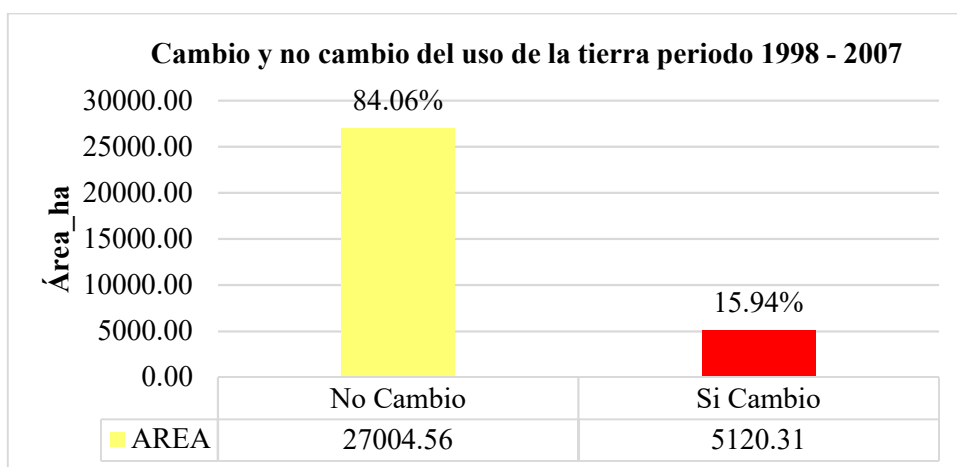
Mapa N° 7: Cambio y no cambio periodo 1989 – 1998.



#### 4.3.2. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1998 – 2007.

El Santuario Nacional Tabaconas Namballe cuenta con una superficie de 32 124.87 hectáreas, durante el periodo de 1998 – 2007, sufriendo cambios de 5120.31 hectáreas equivalente al 15.94% y no cambio 27004.56 hectáreas equivalente al 84.06%, tal como se puede apreciar en el gráfico 7.

Gráfica N° 7: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 1998 – 2007.



En el periodo 1998 - 2007, se puede observar ganancia de área (+) como también pérdida (-) en las categorías obtenidas y la mayor variación de cambio se propinó en las siguientes categorías:

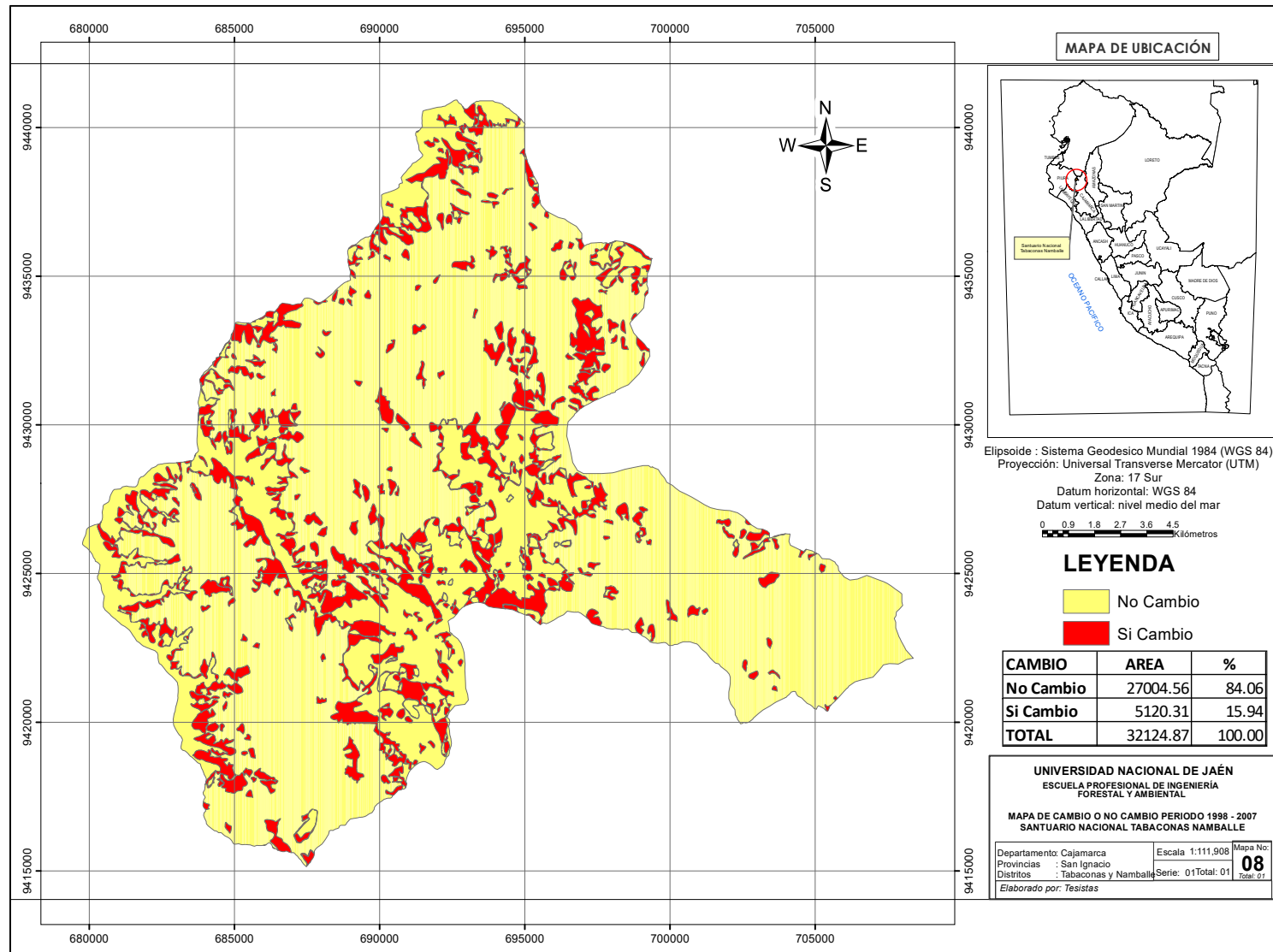
Herbazal (He) con una disminución de -14.33 hectáreas, en la categoría Mosaico de cultivos (Mc) con un incremento de 25.32 hectáreas y las menores variaciones se propinó en con una disminución de -11.64 hectáreas en la categoría bosque denso alto (Ba) y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con una 0.66 hectáreas. A continuación, se detalla los resultados obtenidos en la tabla 14 y el mapa 8.

Tabla N° 14: Pérdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1998 – 2007.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	CÓDIGO	AÑO 1998		AÑO 2007		1998 - 2007	
				Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
2. Áreas agrícolas.	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas.	2.4.1. Mosaico de Cultivos.	Mc	252.89	0.79	278.21	0.87	25.32	0.08
3. Bosques y áreas mayormente naturales.	3.1. Bosques.	3.1.3. Bosque denso alto.	Ba	23970.20	74.62	23958.56	74.58	-11.64	-0.04
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo.	3.3.1 Herbazal.	He	7825.68	24.36	7811.35	24.32	-14.33	-0.04
5. Superficies de Agua.	5.1. Aguas continentales.	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes.	La	76.09	0.24	76.76	0.24	0.66	0.00
TOTAL				32124.87	100.00	32124.87	100.00		

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesisistas.

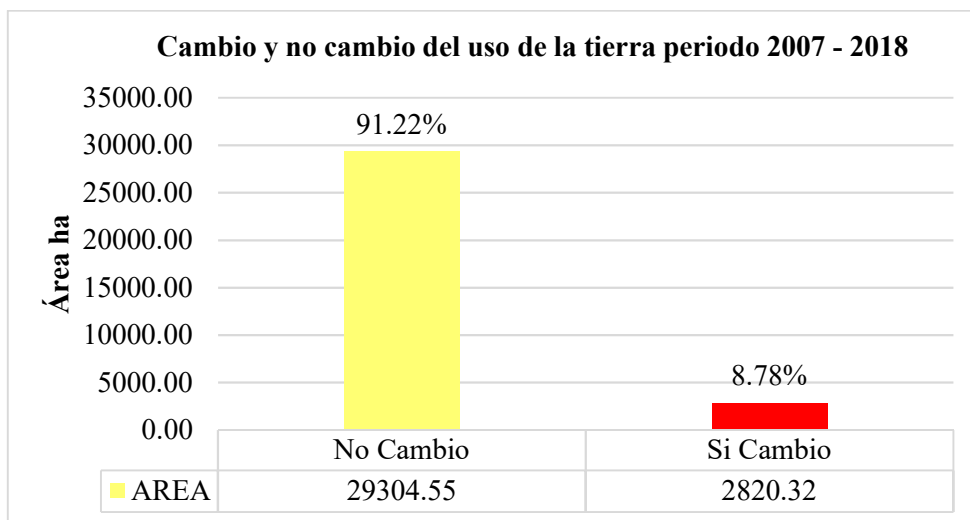
Mapa N° 8: Cambio y no cambio periodo 1998 – 2007.



#### 4.3.3. Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 2007 – 2018.

El Santuario Nacional Tabaconas Namballe cuenta con una superficie de 32 124.87 hectáreas, durante el periodo de 2007-2018, sufriendo cambios de 2820.32 hectáreas equivalente al 8.78% y no cambio 29304.55 hectáreas equivalente al 91.22%, tal como se puede apreciar en el gráfico 8.

Gráfica N° 8: Cambio y no cambio del uso de la tierra periodo 2007 – 2018.



En el periodo 2007 - 2018, se puede observar ganancia de área (+) como también perdida (-) en las categorías obtenidas. Herbazal (He) con una disminución de -264.06 hectáreas, bosque denso alto (Ba) con un incremento de 289.25 hectáreas, mosaico de cultivos (Mc) con una disminución -24.03 hectáreas, lagunas lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con disminución de -1.16 hectáreas. A continuación, se detalla los resultados obtenidos en la tabla 14 y el mapa 8:

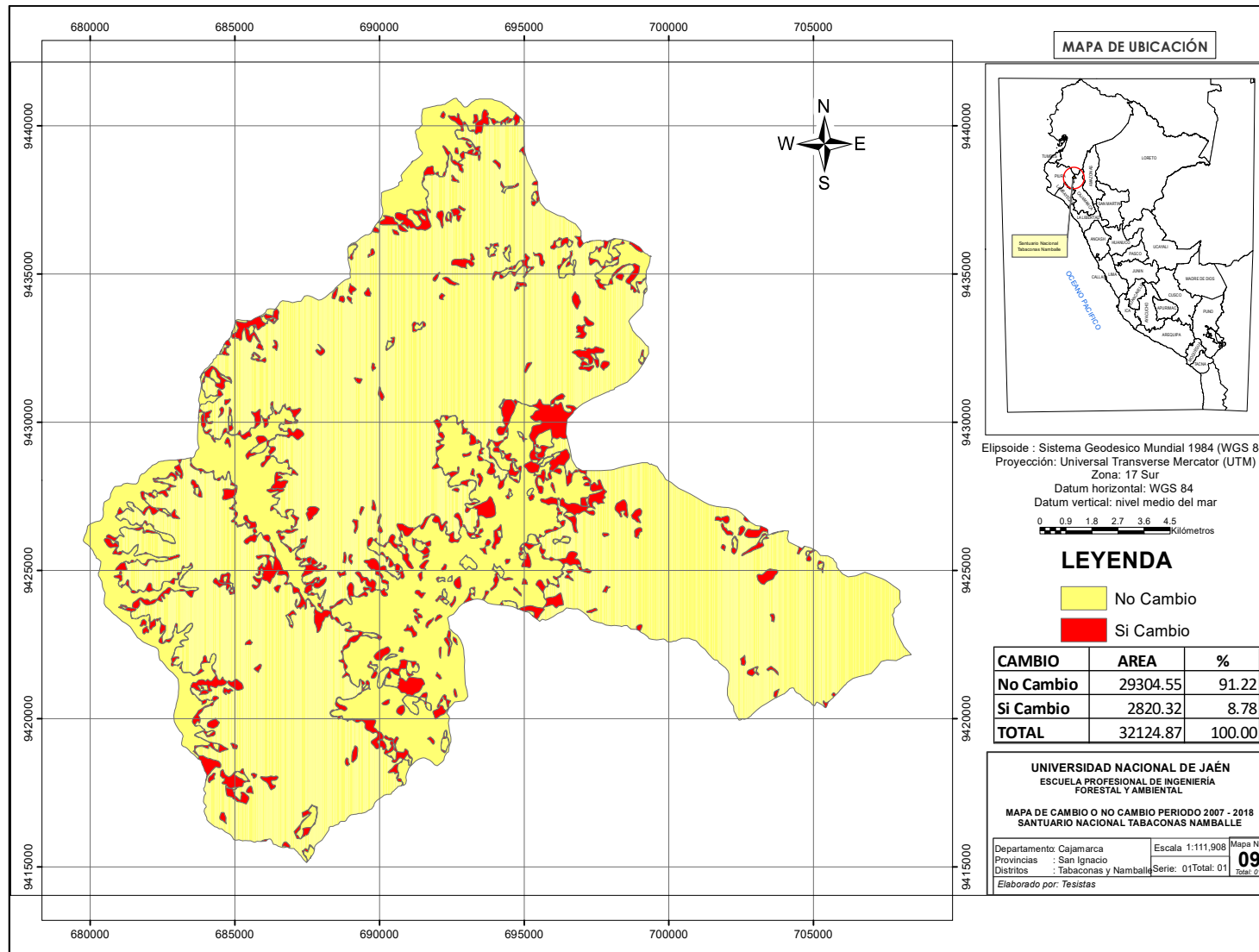


Tabla N° 15: Pérdida o ganancia de la cobertura y uso de la tierra, periodo 2007– 2018.

NIVEL I	NIVEL II	NIVEL III	CÓDIGO	AÑO 2007		AÑO 2018		2007 - 2018	
				Área ha	%	Área ha	%	Área ha	%
2. Áreas agrícolas	2.4. Áreas agrícolas heterogéneas	2.4.1. Mosaico de Cultivos	Mc	278.21	0.87	254.18	0.79	-24.03	-0.07
3. Bosques y áreas mayormente naturales	3.1. Bosques	3.1.3. Bosque denso alto	Ba	23958.56	74.58	24247.81	75.48	289.25	0.90
	3.3 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustivo	3.3.1 Herbazal	He	7811.35	24.32	7547.28	23.49	-264.06	-0.82
5. Superficies de Agua	5.1. Aguas continentales	5.1.2. Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes	La	76.76	0.24	75.59	0.24	-1.16	0.00
<b>TOTAL</b>				<b>32124.87</b>	<b>100.00</b>	<b>32124.87</b>	<b>100.00</b>		

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesistas.

Mapa N° 9: Cambio y no cambio periodo 2007 – 2018.



#### **4.4. Análisis de transición de cobertura y uso de la tierra.**

El análisis de cambio por cobertura consta de evaluación del cambio de una cobertura inicial a una actual entre cada periodo de evaluación. En este proceso, solo se evalúa las áreas en las que hubo cambio, dejándose de lado los de no cambio. A continuación, se muestran los resultados de este análisis:

##### **4.4.1. Cambio de cobertura del periodo 1989 – 1998.**

Durante el periodo de 1989 – 1998, sumando una diferencia de 9 años, el Santuario Nacional Tabaconas Namballe sufrió los siguientes cambios de cobertura:

Mosaico de cultivos (Mc) fue reemplazado por: Bosque denso alto (Ba) con un área de 62.68 hectáreas, y herbazal (He) con un área de 31.80 hectáreas.

Bosque denso alto (Ba) fue reemplazada por: Mosaico de cultivos (Mc) con un área de 175.70 hectáreas, herbazal con un área de 2192.60 hectáreas, y lagunas con un área de 3.57 hectáreas.

Herbazal (He) fue reemplazado por: Mosaico de Cultivos con un área de 2.04 hectáreas, bosque denso alto con un área de 2386.45 hectáreas, y lagunas con un área de 4.99 ha.

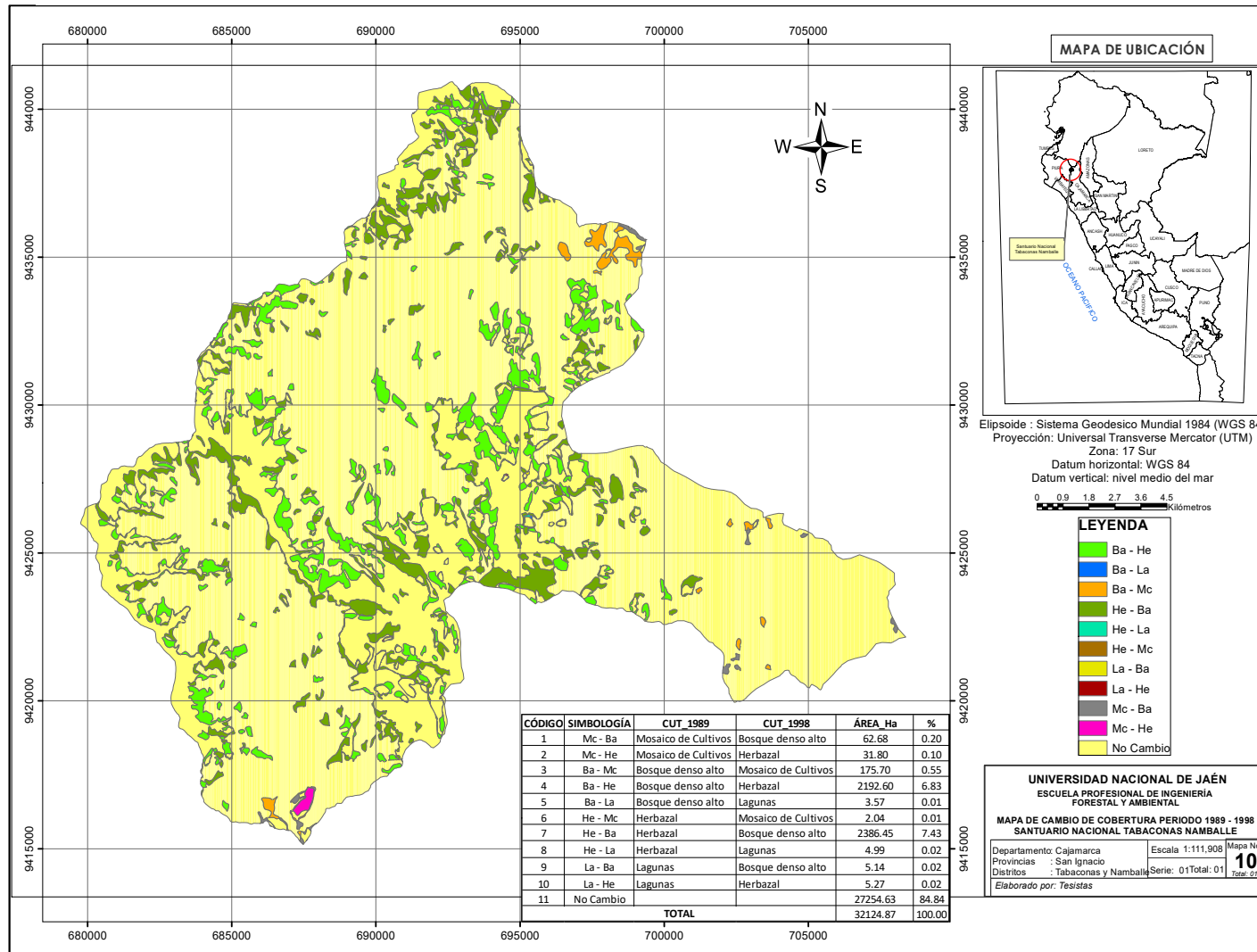
Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes fue reemplazado por: Bosque denso alto con un área de 5.14 ha y herbazal con un área de 5.27 ha. A continuación, se muestra los resultados en la tabla 16 y mapa 10:

Tabla N° 16: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1989 – 1998.

TRANSICIÓN 1989 1998					
CÓDIGO	SIMBOLOGÍA	CUT_1989	CUT_1998	ÁREA ha	%
1	Mc - Ba	Mosaico de Cultivos	Bosque denso alto	62.68	0.20
2	Mc - He	Mosaico de Cultivos	Herbazal	31.80	0.10
3	Ba - Mc	Bosque denso alto	Mosaico de Cultivos	175.70	0.55
4	Ba - He	Bosque denso alto	Herbazal	2192.60	6.83
5	Ba - La	Bosque denso alto	Lagunas	3.57	0.01
6	He - Mc	Herbazal	Mosaico de Cultivos	2.04	0.01
7	He - Ba	Herbazal	Bosque denso alto	2386.45	7.43
8	He - La	Herbazal	Lagunas	4.99	0.02
9	La - Ba	Lagunas	Bosque denso alto	5.14	0.02
10	La - He	Lagunas	Herbazal	5.27	0.02
11	No Cambio			27254.63	84.84
<b>TOTAL</b>				32124.87	100.00

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesisistas.

Mapa N° 10: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1989 – 1998.



#### 4.4.2. Cambio de cobertura del periodo 1998 - 2007.

Durante el periodo de 1998 – 2007, sumando una diferencia de 9 años, el Santuario Nacional Tabaconas Namballe sufrió los siguientes cambios de cobertura:

Mosaico de cultivos (Mc) fue reemplazada por: Bosque denso alto con un área de 103.12 hectáreas, y herbazal (He) con un área de 24.47 hectáreas.

Bosque denso alto (Ba) fue reemplazada por: Mosaico de Cultivos con un área de 152.90 hectáreas, herbazal con un área de 2387.97 hectáreas y Lagunas con un área de 6.41 hectáreas.

Herbazal (He) fue reemplazada por: Bosque denso alto (Ba) con un área 2430.74 hectáreas, y lagunas con un área de 4.48 hectáreas.

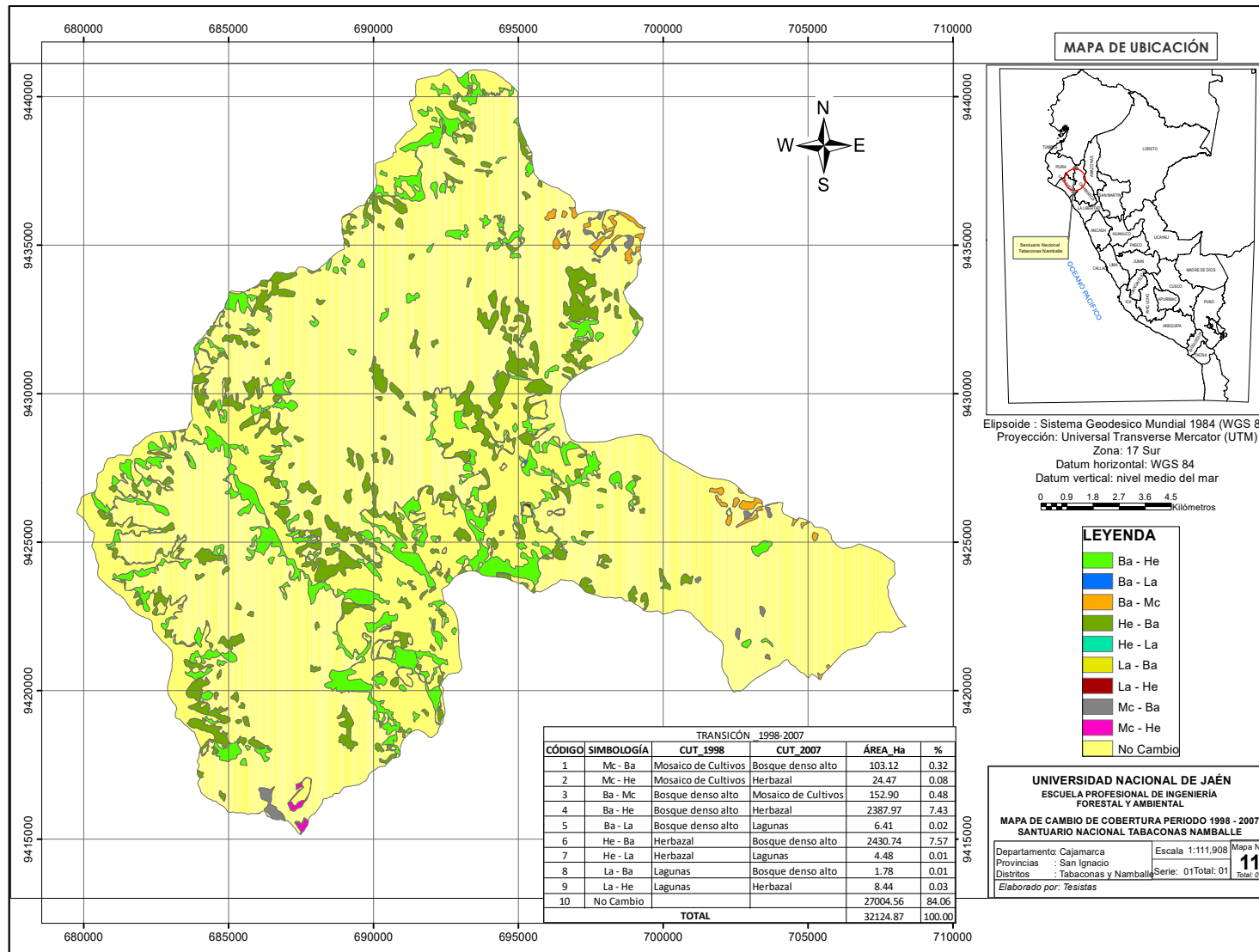
Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) fue reemplazado por: Bosque denso alto (Ba) con un área de 1.78 hectáreas y herbazal con un área de 8.44 hectáreas. A continuación, se presenta los resultados en la tabla 17 y mapa 11:

Tabla N° 17: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1998-2007.

CÓDIGO	SIMBOLOGÍA	CUT 1998	CUT 2007	ÁREA Ha	%
1	Mc - Ba	Mosaico de Cultivos	Bosque denso alto	103.12	0.32
2	Mc - He	Mosaico de Cultivos	Herbazal	24.47	0.08
3	Ba - Mc	Bosque denso alto	Mosaico de Cultivos	152.90	0.48
4	Ba - He	Bosque denso alto	Herbazal	2387.97	7.43
5	Ba - La	Bosque denso alto	Lagunas	6.41	0.02
6	He - Ba	Herbazal	Bosque denso alto	2430.74	7.57
7	He - La	Herbazal	Lagunas	4.48	0.01
8	La - Ba	Lagunas	Bosque denso alto	1.78	0.01
9	La - He	Lagunas	Herbazal	8.44	0.03
10	No Cambio			27004.56	84.06
<b>TOTAL</b>				<b>32124.87</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Basado en el MINAM 2014, adaptado por tesistas.

Mapa N° 11: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 1998 – 2007.



#### 4.4.3. Cambio de cobertura del periodo 2007 - 2018.

Durante el periodo de 2007 - 2018, sumando una diferencia de 11 años, el Santuario Nacional Tabaconas Namballe sufrió los siguientes cambios de cobertura:

Mosaico de cultivos (Mc) fue reemplazado por: Bosque denso alto (Ba) con un área de 91.49 hectáreas.

Bosque denso alto fue reemplazado por: Mosaico de cultivos con un área de 67.46 hectáreas, herbazal con un área de 1190.98 hectáreas y lagunas con un área de 1.24 hectáreas.

Herbazal (He) fue reemplazado por: Mosaico de Cultivos, bosque denso alto con un área de 1454.45 hectáreas, y lagunas con un área de 6.15 hectáreas.

Lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) fue reemplazado por: Bosque denso alto (Ba) con un área de 2.99 hectáreas y herbazal con un área de 5.56 hectáreas. A continuación, se presenta los resultados en la tabla 18 y mapa 11:

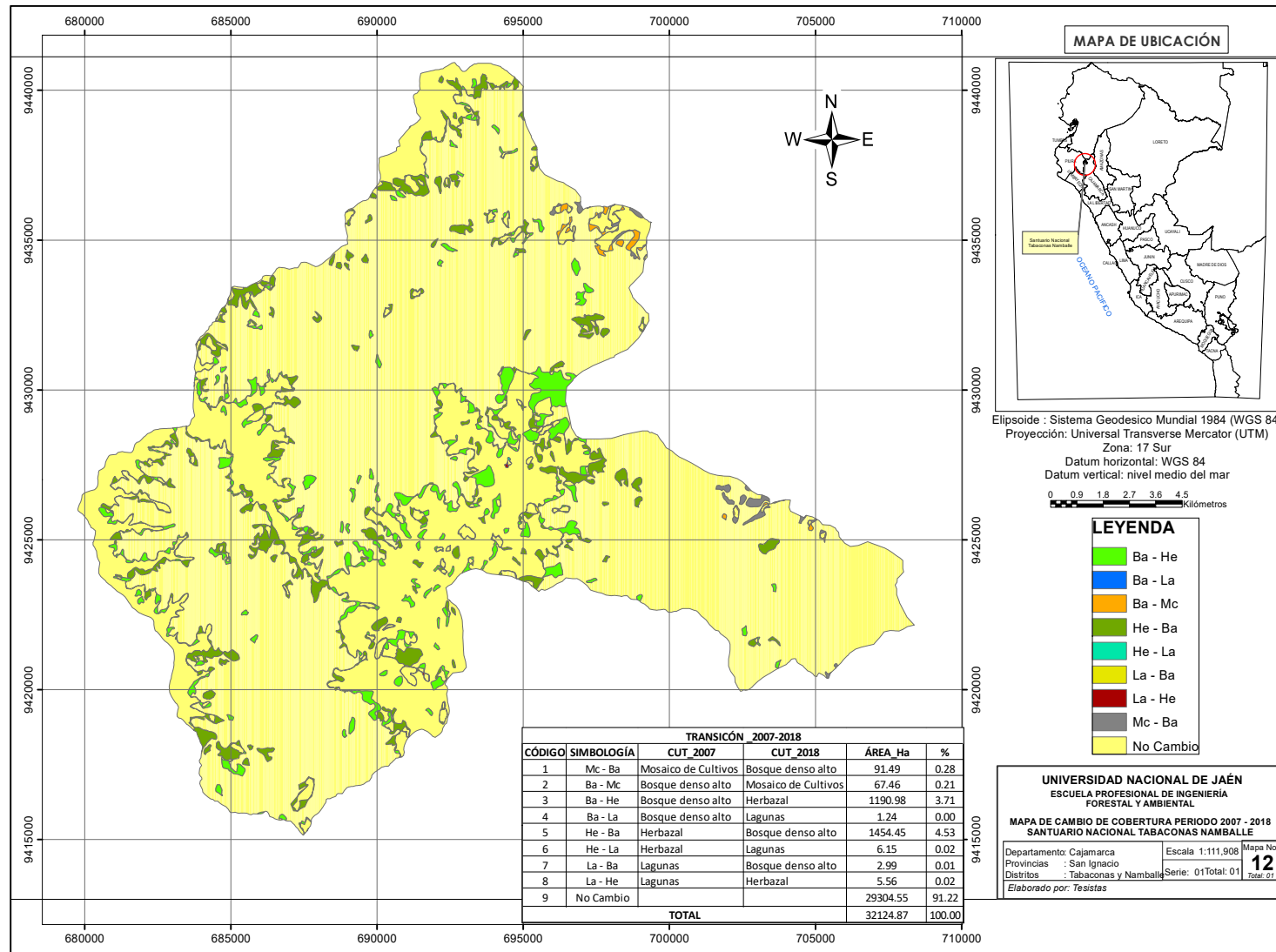
Tabla N° 18: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 2007- 2018.

TRANSICIÓN 2007-2018					
CÓDIGO	SIMBOLOGÍA	CUT 2007	CUT 2018	ÁREA Ha	%
1	Mc - Ba	Mosaico de Cultivos	Bosque denso alto	91.49	0.28
2	Ba - Mc	Bosque denso alto	Mosaico de Cultivos	67.46	0.21
3	Ba - He	Bosque denso alto	Herbazal	1190.98	3.71
4	Ba - La	Bosque denso alto	Lagunas	1.24	0.00
5	He - Ba	Herbazal	Bosque denso alto	1454.45	4.53
6	He - La	Herbazal	Lagunas	6.15	0.02
7	La - Ba	Lagunas	Bosque denso alto	2.99	0.01
8	La - He	Lagunas	Herbazal	5.56	0.02
9	No Cambio			29304.55	91.22
TOTAL				32124.87	100.00

Fuente: Basado en el MINAN 2014, adaptado por tesisistas.



Mapa N° 12: Transición de la cobertura y uso de la tierra, periodo 2007 - 2018.



#### 4.5. Cálculo del Índice de vegetación NDVI, derivados de las imágenes Landsat para estimar el estado de la cobertura vegetal.

El proceso del NDVI indicará resultados cualitativas y cuantitativas del estado de la vegetación a partir de medidas espectrales obtenidas por satélites. La cual indica el realce de la cubierta de la vegetación y se atenúa otras cubiertas tales como: suelo, agua, rocas, etc (Ryan L.et al 2005).

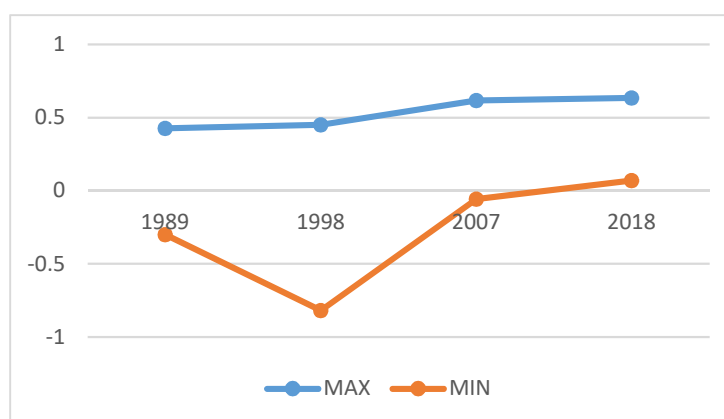
NDVI permite identificar la presencia de vegetación verde en la superficie y caracterizar su distribución espacial, así como la evolución de su estado a lo largo del tiempo. Esto está determinado fundamentalmente por las condiciones climáticas. La interpretación del índice debe asimismo considerar los ciclos fenológicos y de desarrollo anuales para distinguir oscilaciones naturales de la vegetación de los cambios en la distribución temporal y espacial causados por otros factores (Sabins 1997).

En la tabla N°19 se ofrece un resumen de estos índices.

Tabla N°.19. Resumen de los índices de vegetación de NDVI.

ÍNDICE DE VEGETACIÓN NDVI	1989	1998	2007	2018
<b>MAX</b>	0.426	0.45	0.616	0.634
<b>MIN</b>	-0.3	-0.818	-0.058	-0.07

Gráfico N° 9: Evolución de los índices de vegetación.



De acuerdo a los resultados obtenidos en la gráfica 9, se deduce que los índices de vegetación con valores negativos representan superficies con escasa vegetación para 1989-1998; se rescata que durante este periodo de tiempo surgieron grandes impactos negativos como la tala, quema, crecimiento demográfico, etc. que afectaron la pérdida de cobertura vegetal y además su valor máximo en un promedio no muy altos de 0.43; esto es debido a la existencia suelo descubierto y con vegetación rala. Así mismo para los años 2007-2018 se ha recuperando los índices de vegetación con un valor máximo de 0.6 valores altos esto es debido a la existencia de vegetación densa, húmeda y bien desarrollada siendo esta favorable desde el punto de vista ambiental. Los valores de índices de vegetación NDVI para cada año se muestran a continuación:

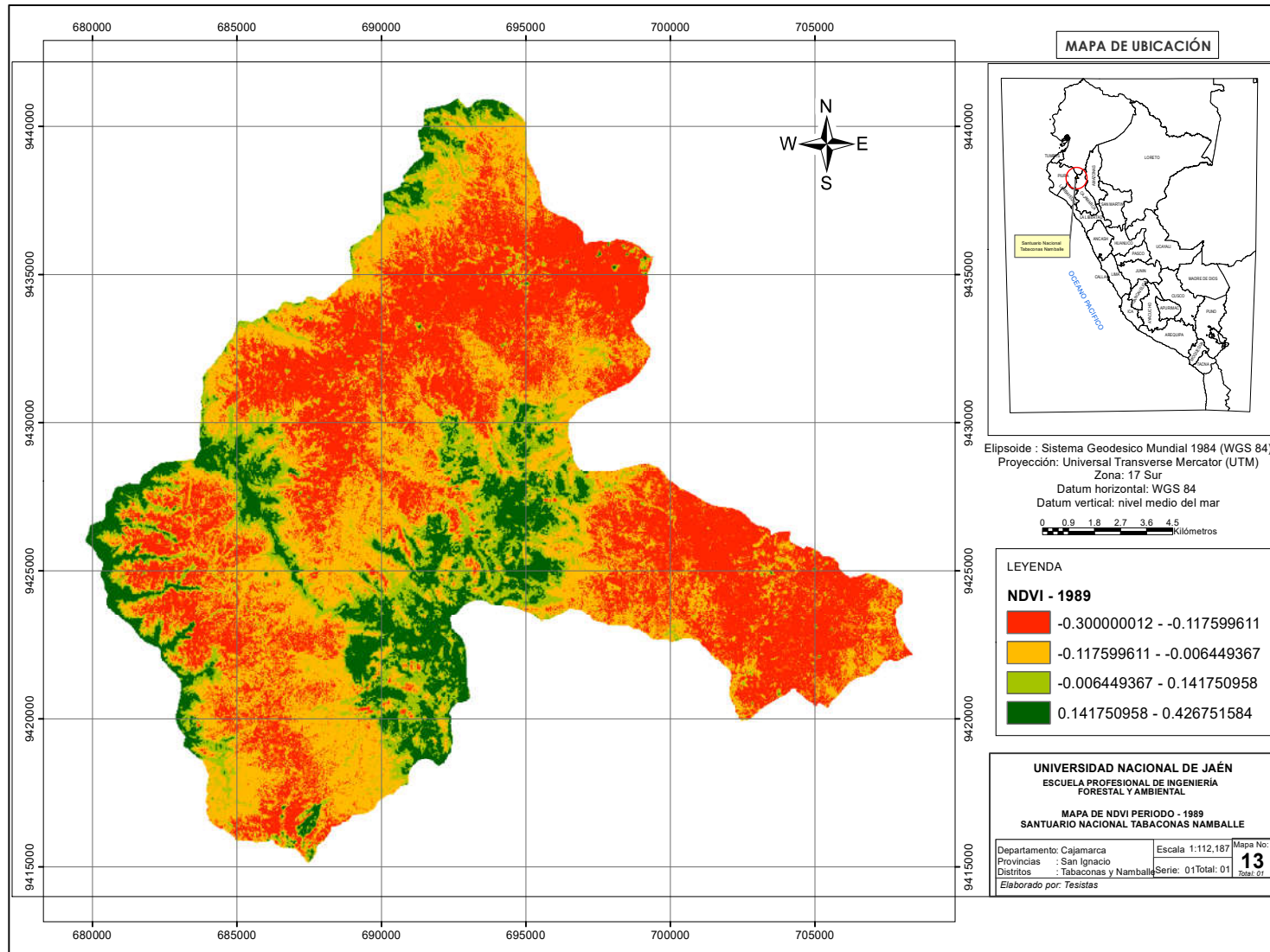
#### **4.5.1. Índice de vegetación NDVI 1989.**

El NDVI (Rouse et al. 1974) es el índice de vegetación más utilizado para todo tipo de aplicaciones. La razón fundamental es su sencillez de cálculo, y disponer de un rango de variación fijo (entre  $-1$  y  $+1$ ), lo que permite establecer umbrales y comparar imágenes, etc.

Para el año 1989 se realizó el cálculo del índice de vegetación derivados de las imágenes Landsat mediante combinación de dos bandas en el programa ArcGIS, con la herramienta raster calculator.

En el mapa 13, se observó que presenta valores mínimos de  $-0.30$  que indica vegetación no muy alta, esto es debido a la existencia suelo descubierto y con vegetación rala, y una cierta proporción del mapa presenta valores altos esto es debido a la existencia de vegetación densa, húmeda y bien desarrollada tal como se muestra en el mapa 13.

Mapa N° 13: Índice de vegetación NDVI 1989.



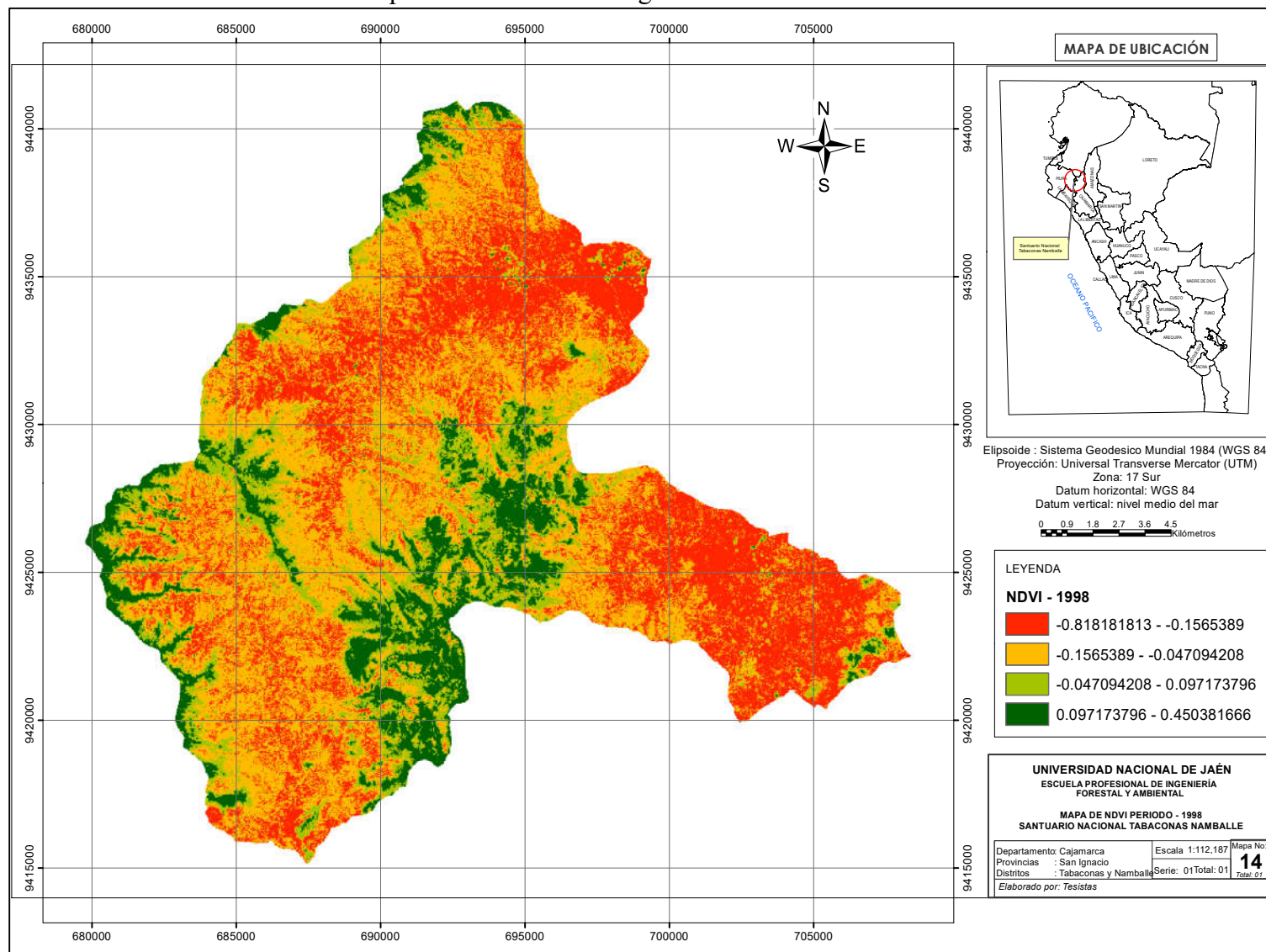
#### **4.5.2. Índice de vegetación NDVI 1998.**

Este índice genera valores entre -1,0 y 1,0 que representan el verdor y donde cualquier valor negativo corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve y los valores cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al suelo desnudo.

Para el año 1998 se realizó el cálculo del índice de vegetación derivados de las imágenes Landsat mediante combinación de dos bandas en el programa ArcGIS.

En el mapa 14 se observó que presenta valores mínimos de (-0.8) que indica vegetación no muy alta, esto es debido a la existencia suelo descubierto y con vegetación rala, y una cierta proporción del mapa presenta valores altos (max 0.45), esto es debido a la existencia de vegetación densa, húmeda y bien desarrollada.

Mapa N° 14: Índice de vegetación NDVI 1998.



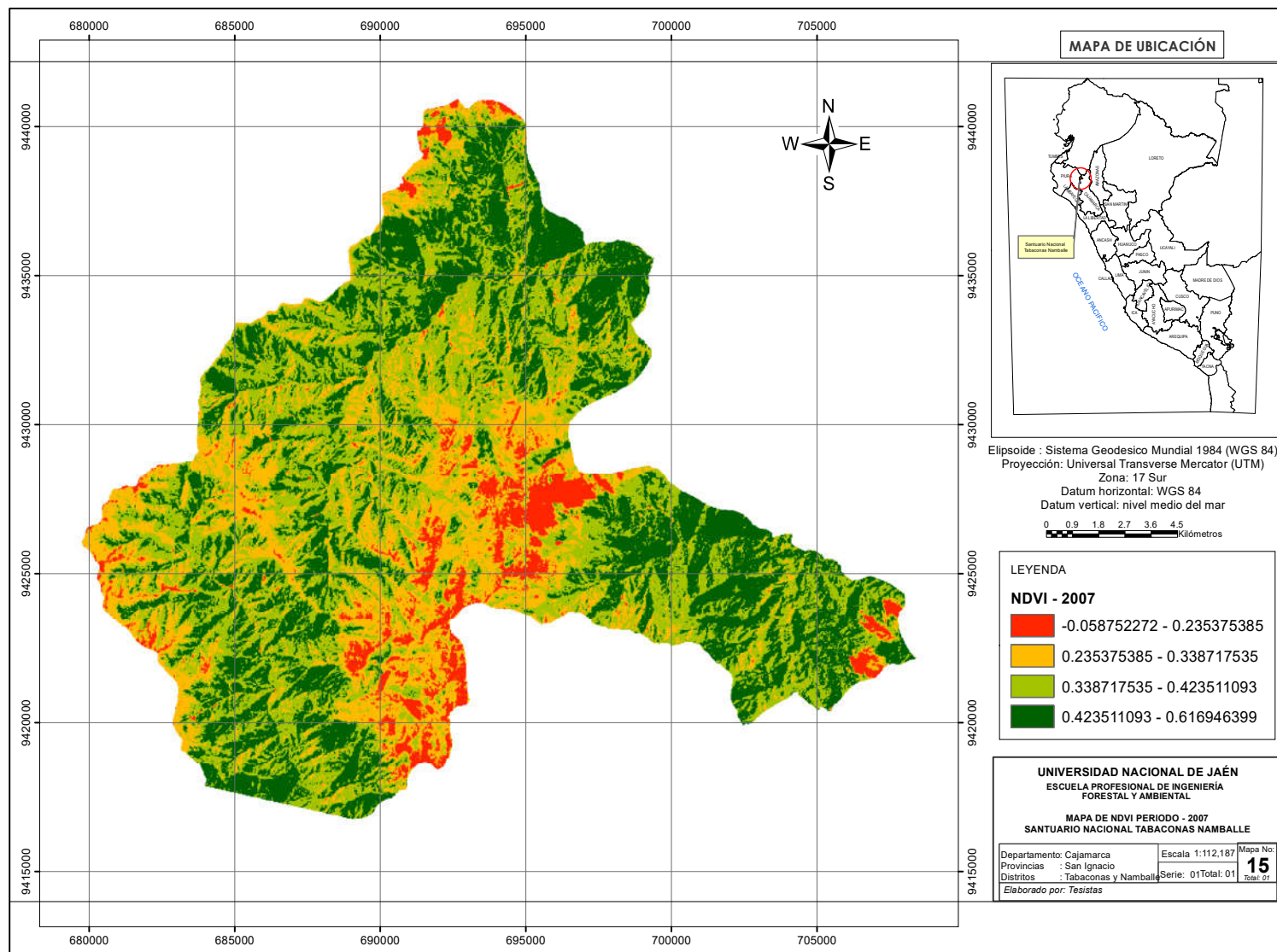
#### **4.5.3. Índice de vegetación NDVI 2007.**

Este índice genera valores entre -1.0 y 1.0 que representan el verdor y donde cualquier valor negativo corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve y los valores cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al suelo desnudo.

Para el año 2007 se realizó el cálculo del índice de vegetación derivados de las imágenes Landsat mediante combinación de dos bandas en el programa ArcGIS, donde la tonalidad naranja se encuentran los valores más bajos significando alta población de bosque con un estado de salud bajo, las zonas acuíferas se representan en un tono verde fluorescente.

En el mapa 15 se observó que presenta valores entre un mínimo de (-0.058 a 0.61) más cercanos al 1 en una proporción mayor que el de los años anteriores, con valores dispersos en toda el área de la zona que representa la existencia de vegetación densa, húmeda y bien desarrollada, tal como se muestra en el mapa 15.

Mapa N° 15: Índice de vegetación NDVI 2007.



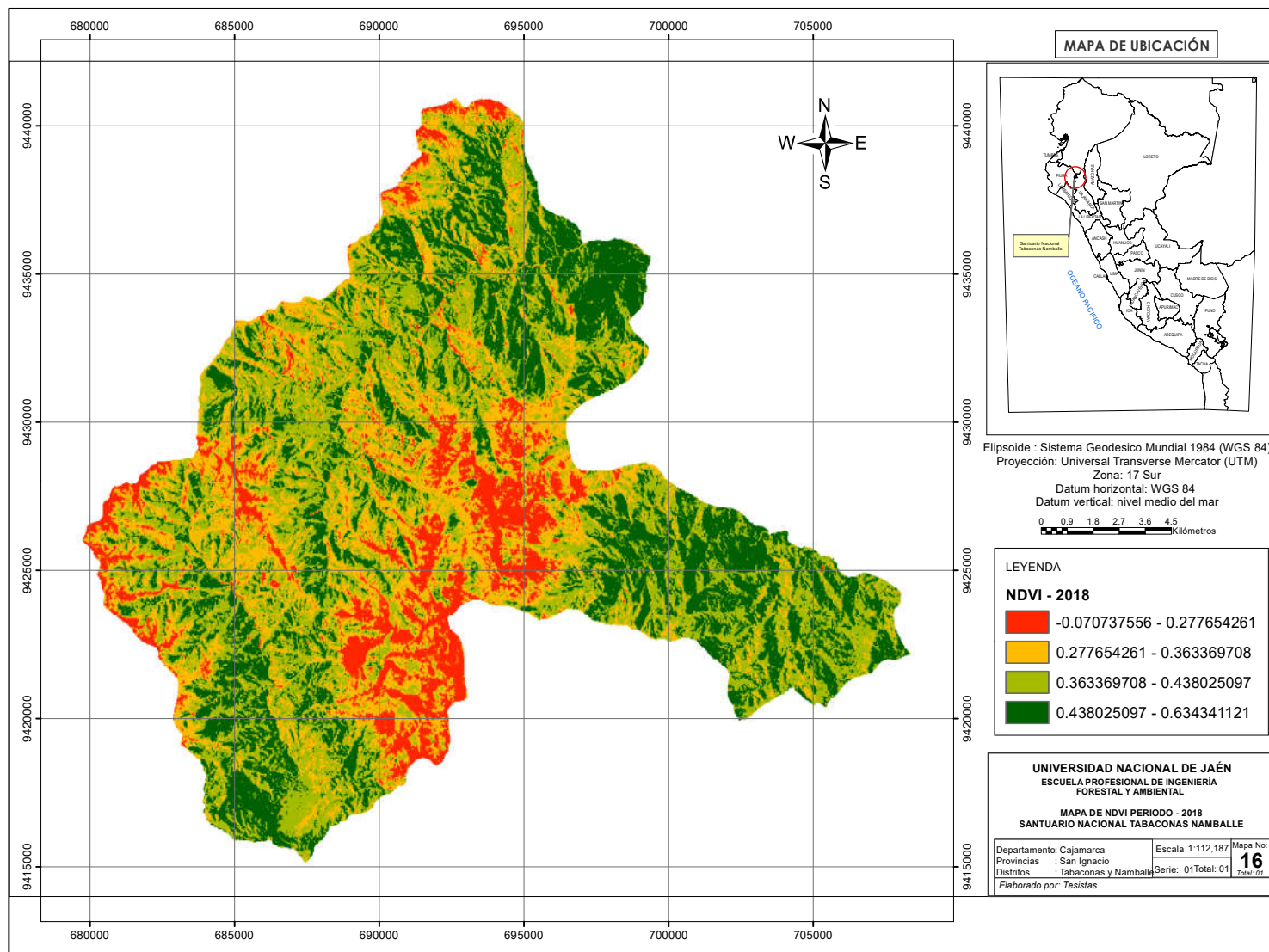


#### **4.5.4. Índice de vegetación NDVI 2018.**

Este índice genera valores entre -1.0 y 1.0 que representan el verdor y donde cualquier valor negativo corresponde principalmente a las nubes, el agua y la nieve y los valores cercanos a cero corresponden principalmente a las rocas y al suelo desnudo.

Para el año 2018 el valor del NDVI estuvo entre valor mínimo -0.07 y valor máximo 0.63 lo que indica que están en el rango de vegetación con buena vigorosidad, tal como se muestra en el mapa 16.

Mapa N° 16: Índice de vegetación NDVI 2018.



## V. DISCUSIONES.

- ❖ En el presente trabajo de investigación, se analizó el cambio de uso de tierras del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, utilizando imágenes satelitales de los años 1989 – 1998 - 2007 - 2018; después de haber realizado el análisis multiespectral, se obtuvo como resultado que de las 32124.87 hectáreas, que durante el periodo de 1989 – 1998 tubo cambio de 4870.24 hectáreas, equivalente al 15.16 % y no cambio 27254.63 hectáreas equivalente al 84.84 %; para el periodo de 1998 – 2007 tubo cambio de 5120.31 hectáreas equivalente al 15.94 % y no cambio 27004.56 hectáreas, equivalente al 84.06 % y durante el periodo de 2007-2018 tubo cambio de 2820.32 hectáreas, equivalente al 8.78 % y no cambio 29304.55 hectáreas equivalente al 91.22 %; por su parte Murillo (2017), de acuerdo al análisis de los cambios de la cobertura y uso del suelo para los años 2001 y 2016, se tiene que las diferentes clases de cobertura que conforman el paisaje del distrito de Llacanora, ha sufrido un cambio general de su superficie en una extensión de 1717.12 hectáreas, que representa el 33.52 % del área distrital; mientras que 3405.26 hectáreas, equivalente al 66.48 % del área distrital, permanece sin cambio debido a que la población carecen de incentivos para frenar el cambio inadecuado del uso de la tierra y mucho menos para incidir en la conservación de los recursos naturales.
- ❖ La investigación desarrollada por Aguayo et al. (2009), donde evaluó el cambio del uso del suelo en el centro sur de Chile a fines del siglo XX, entendiendo la dinámica espacial y temporal del paisaje, para lo cual utilizaron dos imágenes satelitales una del año 1979 y otra del año 2000, significando esto un rango de 21 años entre cada una de las imágenes a procesar. Después de haber procesado las imágenes obtenidas, los resultados confirman que las principales transformaciones del paisaje son consecuencia del desarrollo forestal, la mantención de los rubros agropecuarios y el crecimiento urbano e industrial, mientras que estudios realizados en la Universidad de Manizales al sur con la república de Ecuador, concluyen que el páramo de Cumbal posee en general un tipo

de vegetación de páramo y subpáramo el cual ha disminuido su cobertura debido al avance de la frontera agrícola en los últimos 16 años se han perdido un total de 2072 hectáreas, lo cual evidencia la falta de control ambiental en esta zona de vital importancia para la comunidad.

Valle, realizó en 1998 un estudio demostrativo sobre coberturas y cambios de uso del suelo en la región de Buenaventura-Colombia, mediante un análisis multitemporal con imágenes Landsat TM de 1986 y 1997, el proyecto permitió identificar dinámicas de intervención de la cobertura vegetal y patrones de expansión urbana en la zona (Universidad del Valle, 1998).

Por su parte en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe se obtuvo como resultado que de las 32 124.87 hectáreas durante el periodo de 1989 - 1998 ha sufrido cambios de 4870.24 hectáreas, equivalente al 15.16 % y no cambio 27254.63 hectáreas, equivalente al 84.84 %; para el periodo de 1998 - 2007 a sufrido cambios de 5120.31 hectáreas, equivalente al 15.94 % y no cambio 27004.56 hectáreas, equivalente al 84.06 % y durante el periodo de 2007-2018 se han generado cambios de 2820.32 hectáreas equivalente al 8.78 % hectáreas y no cambio 29304.55 hectáreas, equivalente al 91.22 %, siendo en la categoría bosque denso alto el mayor cambio.

- ❖ La variable del índice de vegetación que se muestran la tabla N°19, se observan que los valores máximos fluctúan entre 0.4 a 0.6, valores cercanos a 1 desde el año 1989 al 2018, Según menciona Chuvieco (2002), el cociente o índice de vegetación presentará una valoración relativa; cuanto mayor sea el resultado, mayor vigor vegetal presenta la zona observada.

Se consideró esta variable debido a que nos va permitir estimar y evaluar el vigor de la vegetación, en base a la medición de la radiación que las plantas emiten o reflejan en toda el área de estudio. Altos valores de índices de vegetación identifican píxeles cubiertos por proporciones substanciales de vegetación saludable, diversos estudios y publicaciones señalan que valores por encima de 0.1 indican presencia de vegetación, y cuanto más alto sea el valor de este índice, las condiciones de vigor son mejores.

- ❖ Según un estudio realizado en México en el estado de Veracruz, donde se aprecia un cambio considerable de pastizales a zona agrícola se pudo observar una disminución en la densidad de bosques, principalmente en el estado de Puebla, durante la validación, se evaluó la exactitud global para los años de 1994 y 2010, encontrándose exactitudes de 92.5% para el año de 1994 y de 93.1% para el 2010. Debido a que el algoritmo de máxima verosimilitud se basa únicamente en información espectral de cada píxel y no tiene capacidad para identificar formas, no fue posible diferenciar los poblados de las zonas agrícolas, por lo que fue necesario incorporar los polígonos de estas clases, que fueron digitalizadas mediante la composición de imágenes, para ambos años, con la ventaja de hacerlo sin errores de omisión o comisión.

Para la validación de los mapas, se evaluaron cada una de las clasificaciones. La exactitud global para los años de 1989 y 1998, fue de 96% y 95%, respectivamente. En lo concerniente al índice de Kappa se obtuvieron valores de 0.96 y 0.95 para las clasificaciones de 1989 y 1998, respectivamente. De acuerdo a Viera y Garret (2005) al obtener un índice de Kappa mayor a 0.81 se considera una exactitud casi perfecta, por lo que las clasificaciones de los mapas pueden ser aceptadas como una buena aproximación a las condiciones reales.

## **VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **6.1. Conclusiones.**

- ❖ El procesamiento y análisis de las 4 imágenes satelitales utilizadas permitió elaborar los mapas temáticos de cobertura y uso actual de la tierra con la metodología Corine Land Cover del “Santuario Nacional Tabaconas Namballe-San Ignacio-Cajamarca”, mediante Imágenes de Satélite, periodo 1988 – 2018, en un nivel III, obteniendo 4 categorías las cuales son: mosaico de cultivos (Mc), bosque denso alto (Ba), herbazal (He) y lagunas lagos y ciénagas naturales permanentes (La).
- ❖ La cobertura y uso del suelo del SNTN para el año 1989 está distribuido en las siguientes categorías el 74.36% de la superficie del Santuario Nacional Tabaconas Namballe está cubierta por bosque denso alto (Ba) con un área total de 23887.81 hectáreas, el 24.87 % está cubierta por herbazal (He) con un área total de 7989.49 hectáreas, el 0.53% está cubierta por mosaico de cultivos (Mc) con un área total de 169.63 hectáreas, el 0.24% está cubierta por lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con un área total de 77.93 hectáreas, para el año 2018 el 75.48 % de la superficie del Santuario Nacional Tabaconas Namballe está cubierta por bosque denso alto (Ba) con un área total de 24247.81 hectáreas, el 23.49% está cubierta por herbazal (He) con un área total de 7547.28 hectáreas, el 0.79 % está cubierta por mosaico de cultivos (Mc) con un área total de 254.18 hectáreas, el 0.24 % está cubierta por lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con un área total de 75.59 hectáreas.

- ❖ Con el algoritmo de máxima verosimilitud se elaboró los mapas de cobertura y uso actual de la tierra para los periodos 1989 – 1998 – 2007-2018 alcanzando una fiabilidad de 94 % de veracidad para el año 1989; para el año 1998 alcanzando una fiabilidad de 95 % de veracidad, para el año 2007 se alcanzó una fiabilidad de 96 % correctamente clasificado y el 2018 alcanzando una fiabilidad de 96 % de veracidad fue validado in situ, por lo tanto, según la valoración del coeficiente kappa la clasificación es casi perfecta.
  
- ❖ 1989-1998 la mayor variación de cambio se propinó en las siguientes categorías: Herbazal (He) con una disminución de -163.81 hectáreas, bosque denso alto (Ba) con un incremento de 82.39 hectáreas, mosaico de cultivos (Mc) con un incremento de 83.26 hectáreas, la menor variación se propino en la categoría de lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con un disminución de -1.84 hectáreas, para el periodo 1998 - 2007, la mayor variación de cambio se propinó en las siguientes categorías: Herbazal (He) con una disminución de -14.33 hectáreas, en la categoría mosaico de cultivos (Mc) con un incremento de 25.32 hectáreas, y las menores variaciones se propino en con un disminución de -11.64 hectáreas, en la categoría bosque denso alto (Ba) y lagunas, lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con una 0.66 hectáreas, y en el periodo 2007 - 2018, la mayor variación de cambio se propinó Herbazal (He) con una disminución de -264.06 hectáreas, bosque denso alto (Ba) con un incremento de 289.25 hectáreas, mosaico de cultivos (Mc) con una disminución -24.03ha, lagunas lagos y ciénagas naturales permanentes (La) con disminución de -1.16.
  
- ❖ A través del cálculo del NDVI se pudo corroborar la información arrojada a partir de la clasificación supervisada donde el NDVI presenta variaciones que indican el grado de afectación multitemporal presente en la zona de estudio. El valor del NDVI para el 1989 oscila entre -0,300 a 0.426, en el 1998 el valor del NDVI oscila entre -0,818 a 0.450 ,presenta valores positivos no muy altos, esto es debido a la existencia suelo descubierto y con vegetación rala y para el 2007 el valor del NDVI oscila

entre -0,058 a 0,616 y para el año 2018 oscila entre -0.070 a 0.634 esto evidencia la presencia de nubes además presenta valores altos más cercanos al 1 en una proporción mayor que el de los años anteriores deduciendo la existencia de vegetación densa, húmeda y bien desarrollada.

### **1.1. Recomendaciones.**

- ❖ Antes de la elaboración de los mapas temáticos se debe realizar una visita preliminar al área de estudio para reconocer la distribución y el número de categorías que esta tendrá, y con la ayuda de un GPS se debe tomar puntos de referencia. También se debe utilizar un software como el Google Earth, que permitirá la visualización aérea de la topografía, el reconocimiento de coberturas inaccesibles.
- ❖ Utilizar imágenes satelitales que brinden mayor resolución espacial, que tengan un mínimo de nubosidad en el área de estudio, con la finalidad de minimizar errores y realizar un estudio a mayor detalle.
- ❖ La generación de mapas de cobertura y uso de la tierra del Santuario Nacional Tabaconas Namballe viene a ser una herramienta base para la elaboración de la propuesta socioeconómica y de tal manera que a través de la microzonificación se clasifique el uso del suelo de acuerdo a sus potenciales.
- ❖ Realizar en posteriores investigaciones un análisis y elaboración de mapas de conflicto de uso y tenencia de la tierra, con el fin de determinar el grado de conflicto existente en todo el Santuario, que permitan obtener resultados más profundos en cuanto a la Identificación de la naturaleza del cambio y deterioro de la cobertura vegetal.



- ❖ Las entidades públicas locales y regionales deberán hacer gestiones referentes a la planificación y ordenamiento territorial, por ende, el análisis de coberturas como base de información resulta vital.
- ❖ Realizar actividades que involucren a los pobladores de la zona de amortiguamiento del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, así como, el desarrollo de planes de negocios y proyectos en beneficios de ellos, para contribuir a la conservación del ANP.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Chuvieco, (2002). Teledetección Ambiental; La observación de la tierra desde el espacio. 2 ed. Barcelona, España.
- Cohen, (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas*.
- Duellman & Pramuk, (1999). "Frogs of the genus *Eleutherodactylus* (Anura: Leptodactylidae) in the Andes of northern Peru". *Scientific Papers, Natural History*.
- Gill, Phinn , Armston & Pailthorpe, (2009). Estimating tree-cover change in Australia: challenges of using the MODIS vegetation index product. *International Journal of Remote Sensing* 30 (6), 1547–1565.
- López, (2001). Medidas de Concordancia: el índice de Kappa. España. 169-171 p.
- Murillo, (2017). Proyecto de tesis análisis de cambio de cobertura y uso actual de la tierra con imágenes satelitales del distrito de Llacanora Cajamarca, periodo 2001-2016.
- Página Oficial del SERNANP. disponible en: <http://www.sernanp.gob.pe/>
- Plan Maestro del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, (2007 - 2011). 23-30 P. Instituto Nacional de Recursos Naturales IRENA Lima – Perú.
- Plan Maestro del Santuario Nacional Tabaconas Namballe, (2015 - 2019). Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado SERNANP. Lima - Perú.
- Resolución Jefatural, (2001). N° 308-2001-INRENA. Diciembre disponible en: [faolex.fao.org/docs/texts/per93779.doc](http://faolex.fao.org/docs/texts/per93779.doc) Rouse, J; Haas, R; Schell, J; Deering, D; Harlan, J. (1974). Monitoring the vernal advancement and retrogradation (Greenwave effect) of natural vegetation. *Greenbelt*. Maryland, US. NASA/GSFC. 87 p.

Ryan, Escuer & Segovia (2005). Tutorial Multispec (2ªparte).

Sabins, (1997). Remote sensing: principles and interpretation. W.H. Freeman.

Santos, (2007). Extração de atributos de forma e seleção de atributos usando algoritmos genéticos para classificação de regiões. Tesis de maestría. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil.

Schwartz, (2004). Informe Nacional: Perú. Estudio de tendencia y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo. ESFAL/N/19. Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

Skirvin, Kepner, Marsh, Drake, Maingi, Edm & Williams, (2004). Universidad del Valle. 1998. Estudio demostrativo sobre coberturas y cambios en los usos del suelo en la región de Buenaventura.

Viera & Garrett, (2005). Understanding interobserver agreement: the kappa statistic.

## **AGRADECIMIENTO**

Expresamos nuestro profundo agradecimiento a Dios por la vida y salud que nos brinda cada día y por habernos guiado durante toda nuestra etapa profesional.

A nuestros padres por su apoyo incondicional.

A todos los docentes de la Universidad Nacional de Jaén por haber sido los artífices de nuestra formación académica.

A nuestro asesor de tesis Dr. Blgo. Segundo Edilberto Vergara Medrano Por su apoyo absoluto en el desarrollo de nuestro proyecto de investigación.

A la institución del Santuario Nacional Tabaconas Namballe por autorizar el permiso para realizar la investigación.

**Los Autores.**

## **DEDICATORIA**

A Dios por derramar sus bendiciones sobre mí y llenarme de su fuerza.

A mis queridos padres Alejandro y Esperanza quienes me inculcaron muchos valores de respeto y humildad.

A mi abuelito Lucas y mi prima Alicia Alberca por formar parte de mi vida quienes me han apoyado y enseñado muchas cosas valiosas que jamás olvidare que, aunque ya no estén siempre los llevo en mi corazón.

A mis 6 hermanos que, aunque estén lejos fueron quienes me motivaron a seguir adelante y pesar de las dificultades siempre estamos unidos en cada momento.

A mis sobrinos y prima Juana por ser parte de este logro, A mi compañero de aventuras Luis por brindarme su amor y comprensión.

Finalmente agradecer a todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito.

**Cinthia Vanessa**

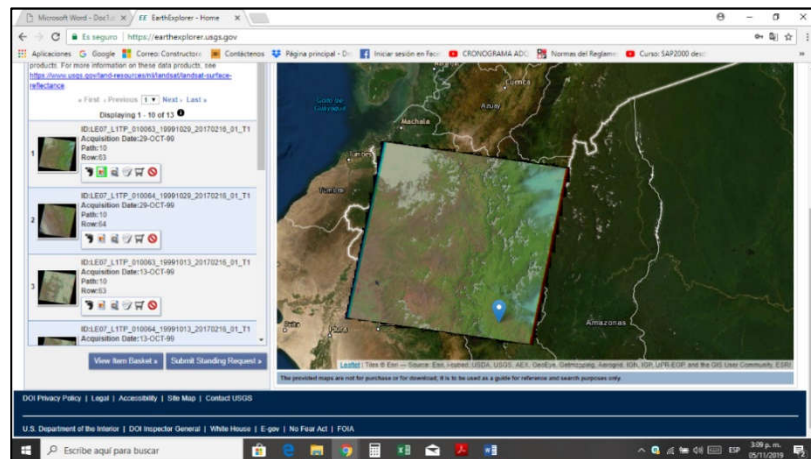
## **DEDICATORIA**

A Dios por bendecirme cada día y darme fuerzas para salir adelante. A mis padres Floro y Magna, por su apoyo incondicional, por su cariño, comprensión y por sus consejos que me ayudaron a no rendirme. A mis hermanos Julissa, Cristhian y Flor de María que son un motivo más para lograr mis sueños y a toda mi familia porque con sus consejos hicieron de mí una mejor persona.

**Leodan.**

## ANEXOS.


Anexo N: 1: Adquisición de las imágenes satelitales.

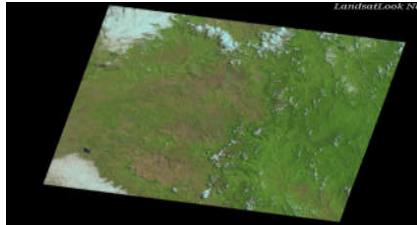


A. Descarga de imágenes satelitales para el área de estudio en <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

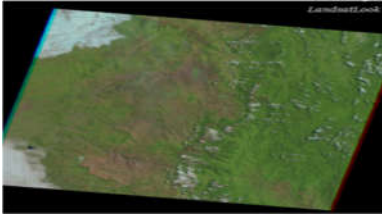
Data Set Attribute	Attribute Value
Año 1989.	
Landsat Product Identifier	LE07_L1TP_010064_19891110_20070216_01_T1
Landsat Scene Identifier	LE70100641989302EDC00
Acquisition Date	1989/11/10
Collection Category	T1
Collection Number	1
WRS Path	010
WRS Row	064
Land Cloud Cover	11
Scene Cloud Cover	12
Map Projection L-1	UTM
UTM Zone	17
Datum	WGS84
Ellipsoid	WGS84

B. Datos de las imagenes descargadas.

<div> <div>Data Set Attribute</div> <div>Año 1998</div> </div>		Attribute Value
		
<b>Landsat Product Identifier</b>		LT05_L1TP_010063_19980714_20161223_01_T1
<b>Landsat Scene Identifier</b>		LT50100631998195XXX01
<b>Acquisition Date</b>		1998/07/14
<b>Spacecraft Identifier</b>		LANDSAT_5
<b>Satellite</b>		5
<b>Collection Number</b>		1
<b>WRS Path</b>		010
<b>WRS Row</b>		063
<b>Land Cloud Cover</b>		13
<b>Scene Cloud Cover</b>		13
<b>Map Projection Level-1</b>		UTM
<b>UTM Zone</b>		17
<b>Datum</b>		WGS84
<b>Ellipsoid</b>		WGS84

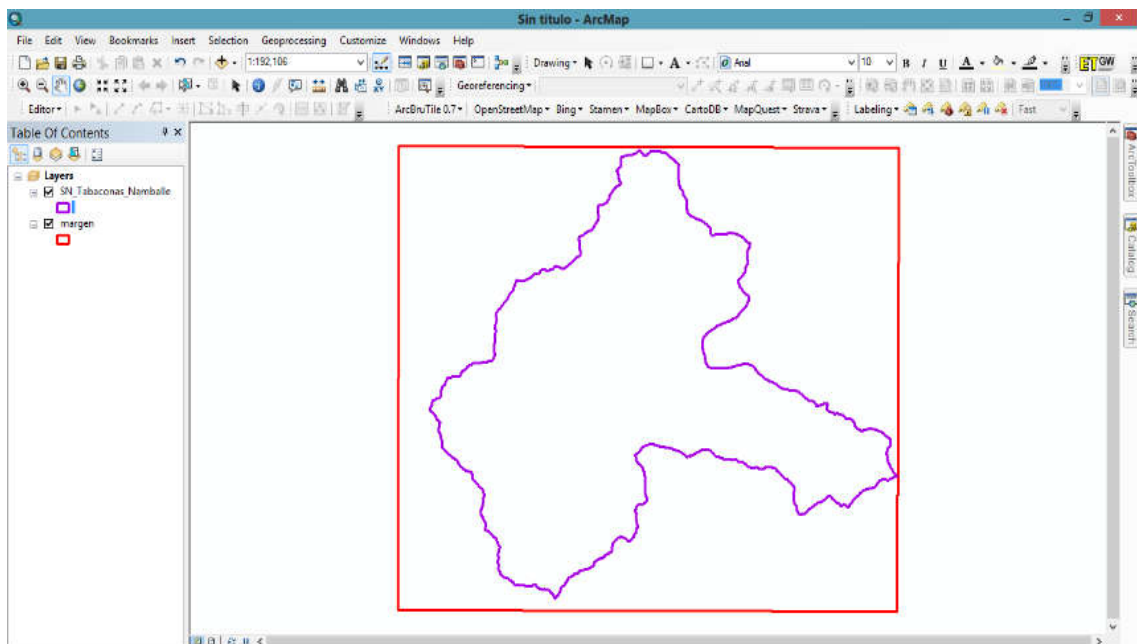
<div> <div>Data Set Attribute</div> <div>Año 2007</div> </div>		Attribute Value
		
<b><u>Landsat Product Identifier</u></b>		LC08_L1TP_010063_20070819_20170826_01_T1
<b><u>Landsat Scene Identifier</u></b>		LC80100632007231LGN00
<b><u>Acquisition Date</u></b>		2007/08/19
<b><u>Collection Number</u></b>		1
<b><u>WRS Path</u></b>		010
<b><u>WRS Row</u></b>		063
<b><u>Land Cloud Cover</u></b>		14.02
<b><u>Scene Cloud Cover</u></b>		14.05
<b><u>Map Projection Level-1</u></b>		UTM
<b><u>UTM Zone</u></b>		17
<b><u>Datum</u></b>		WGS84
<b><u>Ellipsoid</u></b>		WGS84



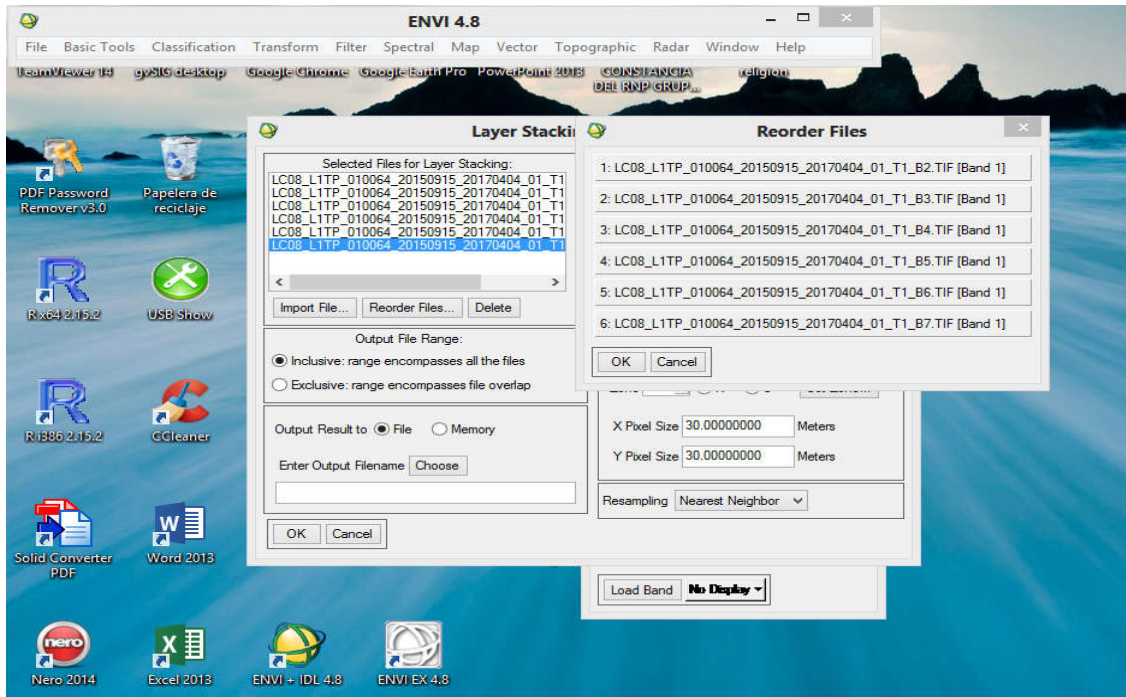
Attribute Value	
Data Set Attribute 2018	
<u>Landsat Product Identifier</u>	LC08_L1TP_010064_20181128_20181212_01_T1
<u>Landsat Scene Identifier</u>	LC80100642018170LGN00
<u>Acquisition Date</u>	2018/011/28
<u>Collection Number</u>	1
<u>WRS Path</u>	010
<u>WRS Row</u>	064
<u>Land Cloud Cover</u>	32.51
<u>Scene Cloud Cover</u>	33.38
<u>Map Projection Level-1</u>	UTM
<u>UTM Zone</u>	17
<u>Datum</u>	WGS84

Anexo N: 2: Procedimiento gráfico de la elaboración de mapas.

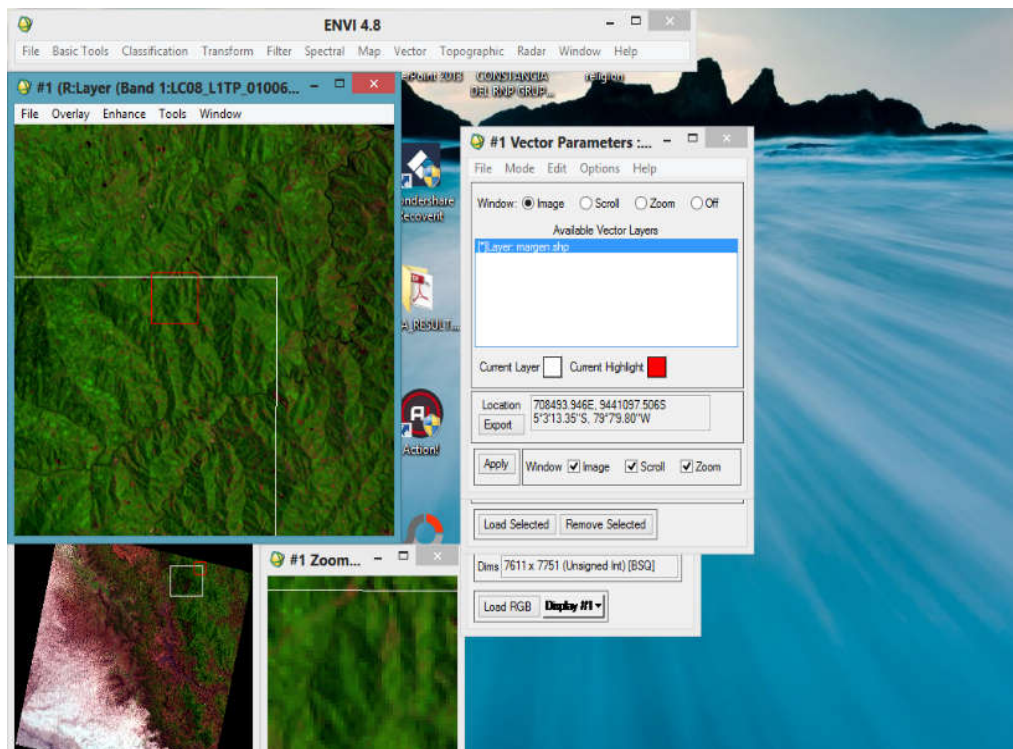
- A. Shape para el recorte de imágenes satelitales al tamaño que comprende toda el área de estudio, utilizando los programas ArcGIS y Envi.



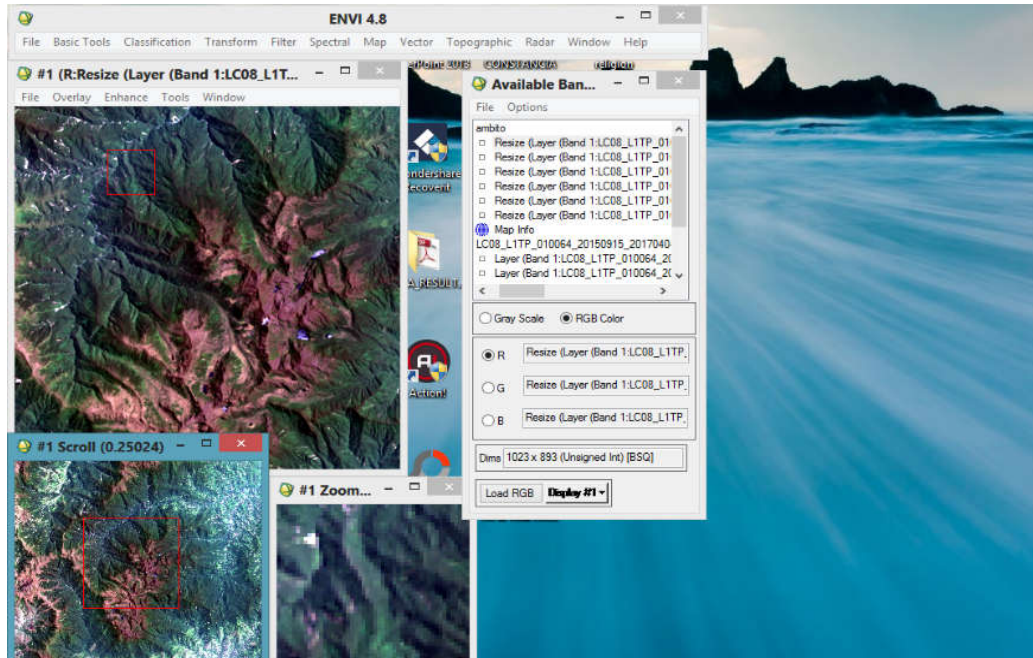
B. Recorte de imagen con 6 bandas ordenadas de menor a mayor.



C. Se agrega el shape MARGEN creado en el arcgis al envi para poder cortar guardando con la palabra Ámbito.

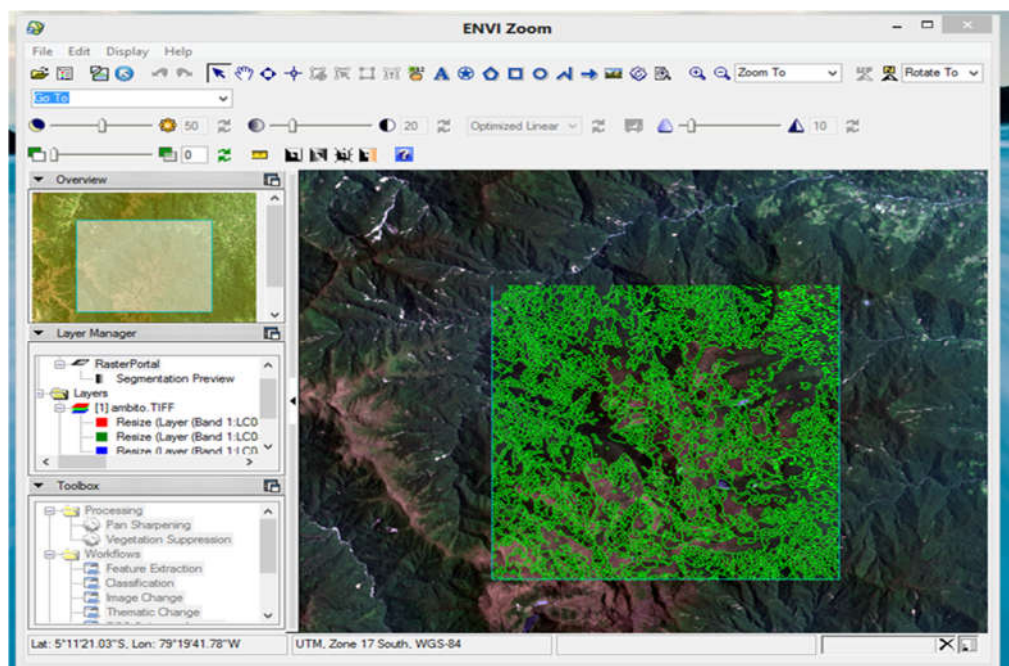


- D. Cerramos el programa envi abrimos ámbito y ya Se tiene el área de referencia cortada realizando las Combinaciones que sean necesarias, guardamos en formato Tiff para luego abrirlo en el arcgis.



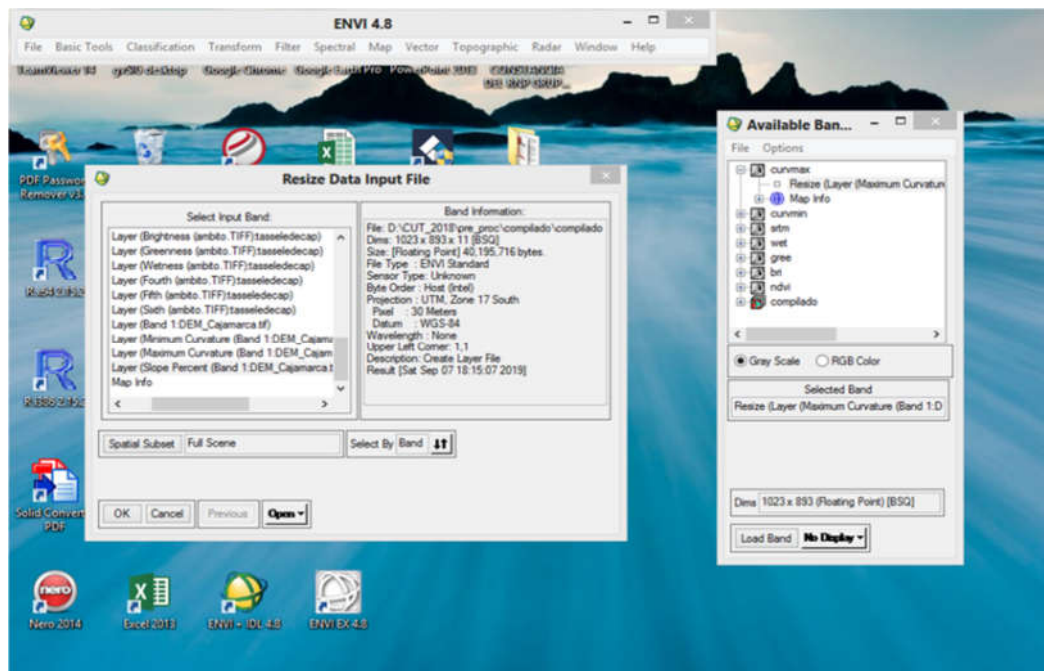
- E. Generación de Segmentos como base para el análisis digital de imágenes satelitales para ello se empleó el software ENVI ZOOM, cuyo módulo a emplear es el feature extracción.

Segmentación 30\_35.

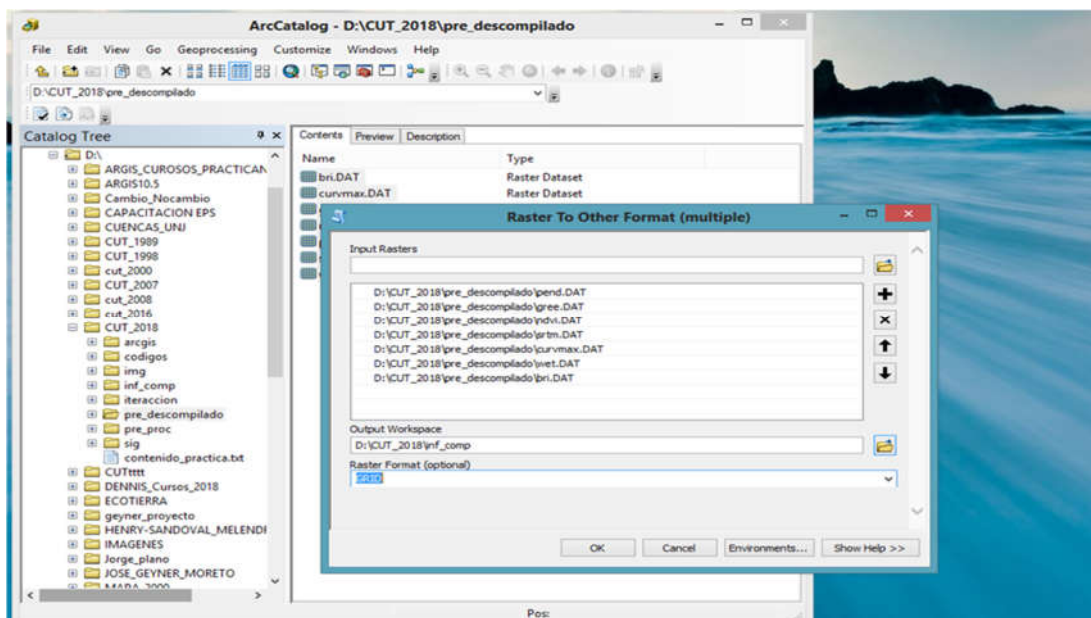


- F. Compilado\_descompilado.





G. Información complementaria, transformación de raster de DAT a GRID.



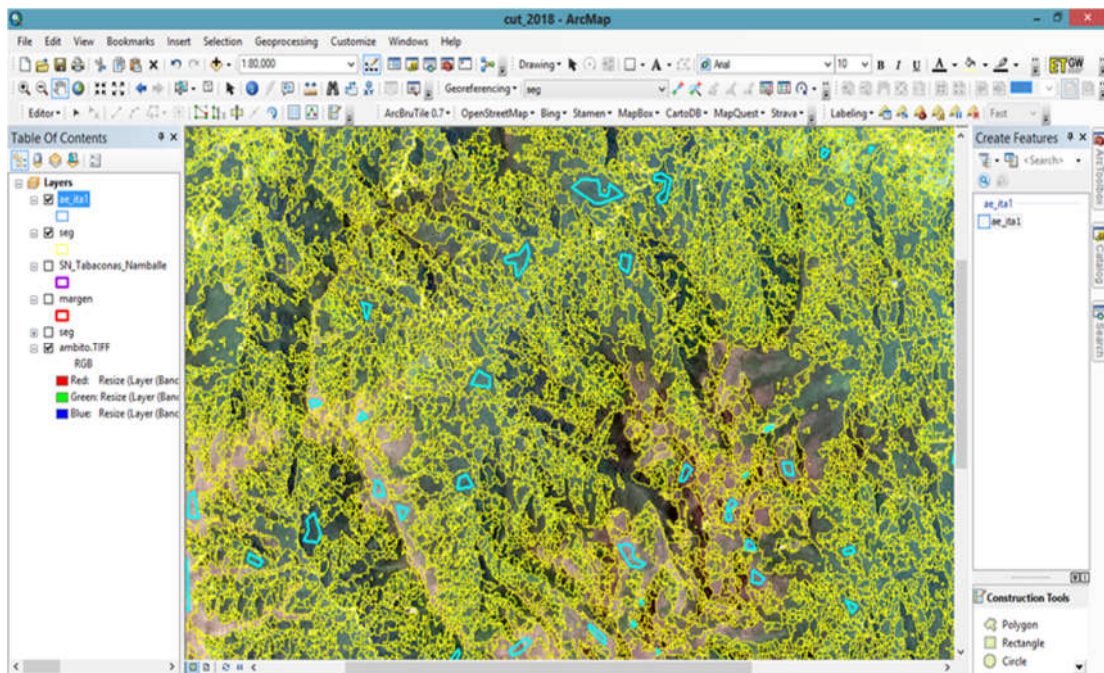
The screenshot displays the ArcMap software interface. The main window shows a map with a green and brown textured area. A dialog box titled 'Polygon to Raster' is open in the center. The dialog box contains the following fields and options:

- Input Features:** 149
- Value field:** REGION\_ID
- Output Raster Dataset:** D:\CUT\_2018\inf\_comp\149
- Cell assignment type (optional):** CELL\_CENTER
- Priority field (optional):** NONE
- Cellsize (optional):** 30

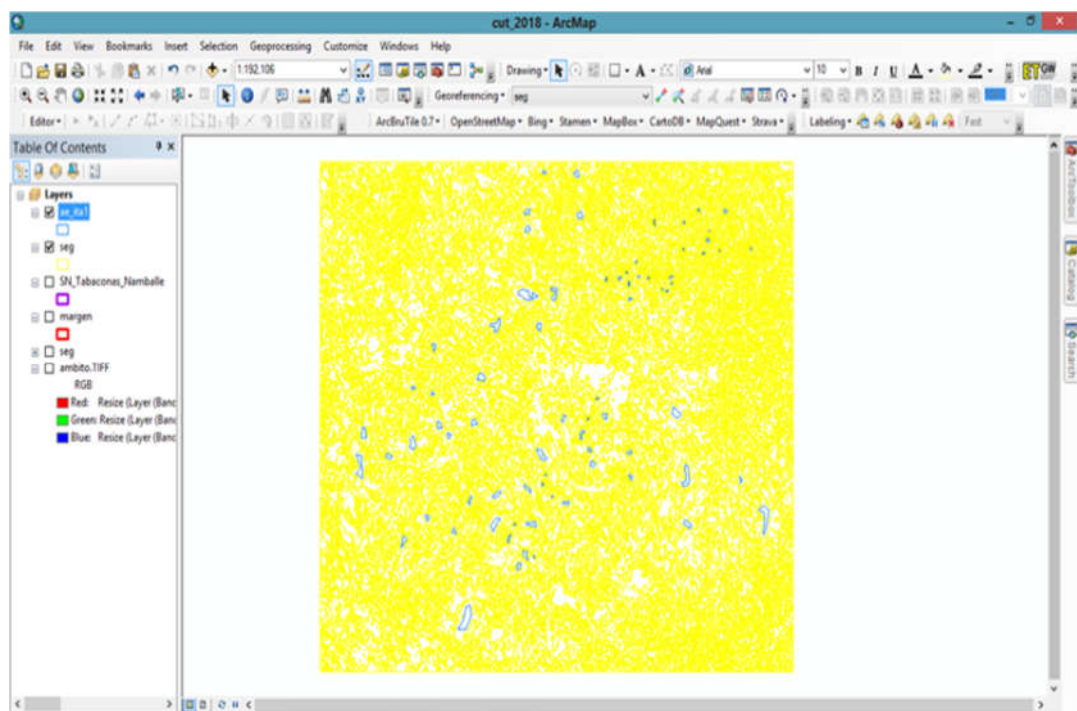
The 'Layers' panel on the left shows a list of layers: 'SN.Tabaonas\_Namballe', 'margen', and 'ambito.TIFF'. The 'ArcToolbox' panel on the right shows the 'Conversion Tools' folder expanded, with 'Polygon to Raster' selected. The top of the window shows the 'cut\_2018 - ArcMap' title bar and the 'File', 'Edit', 'View', 'Bookmarks', 'Insert', 'Selection', 'Geoprocessing', 'Customize', 'Windows', and 'Help' menus.

[illegible]

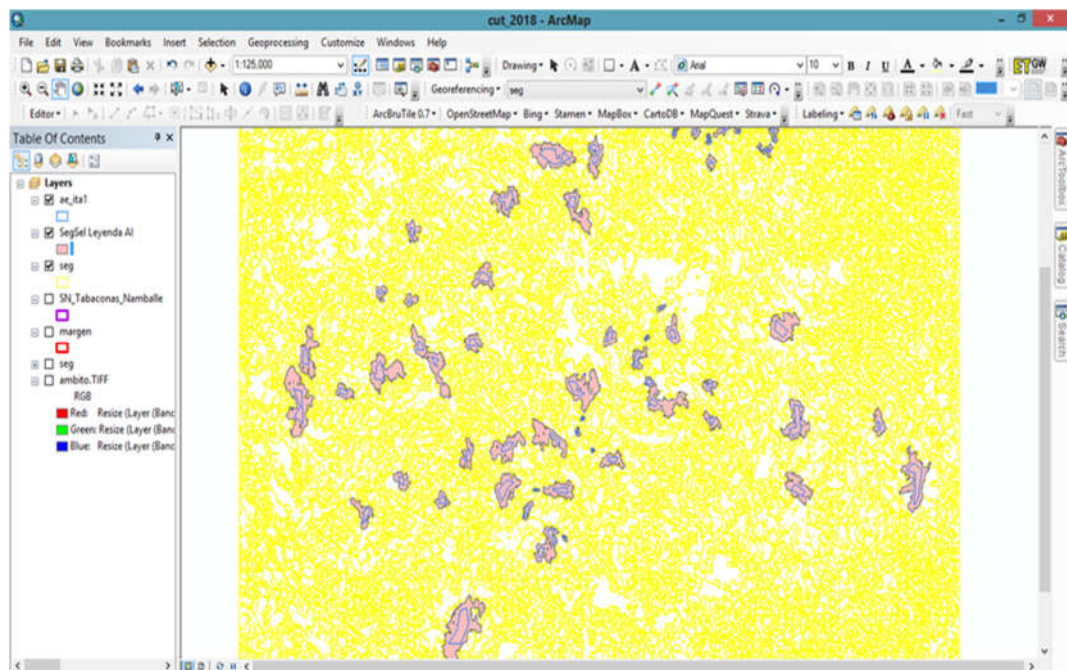
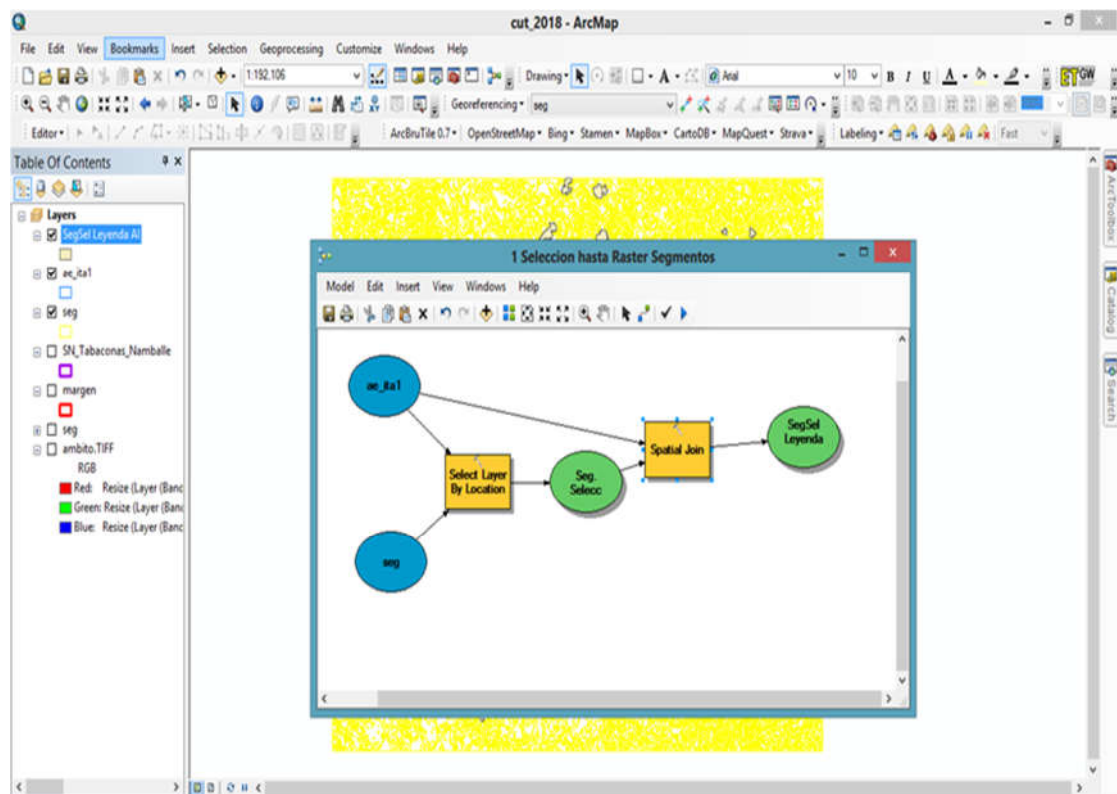
J. Digitalización de áreas de entrenamiento por cada Categoría identificada.  
Programa ArcGIS.



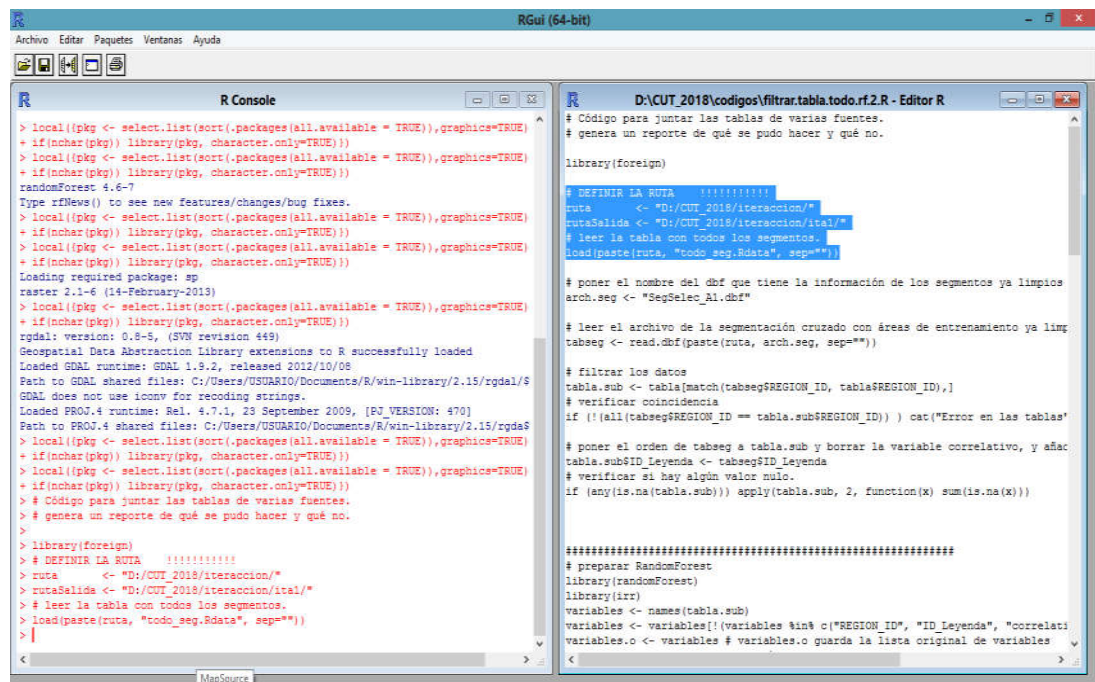
K. Aplicación del Modelbuilder en el programa ArcGIS 10.4.1.



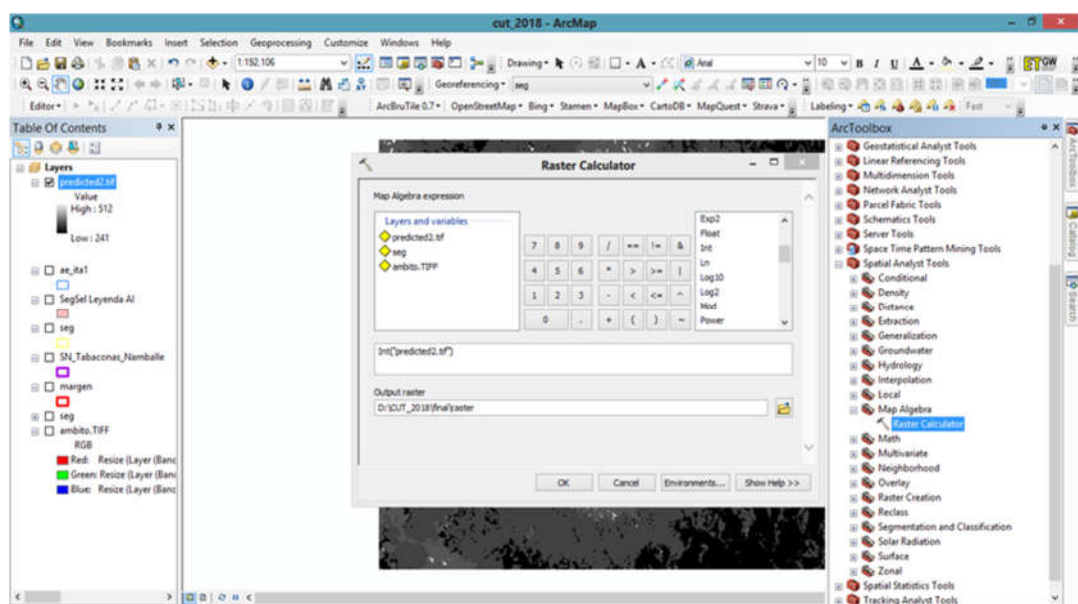




L. Segunda corrida.

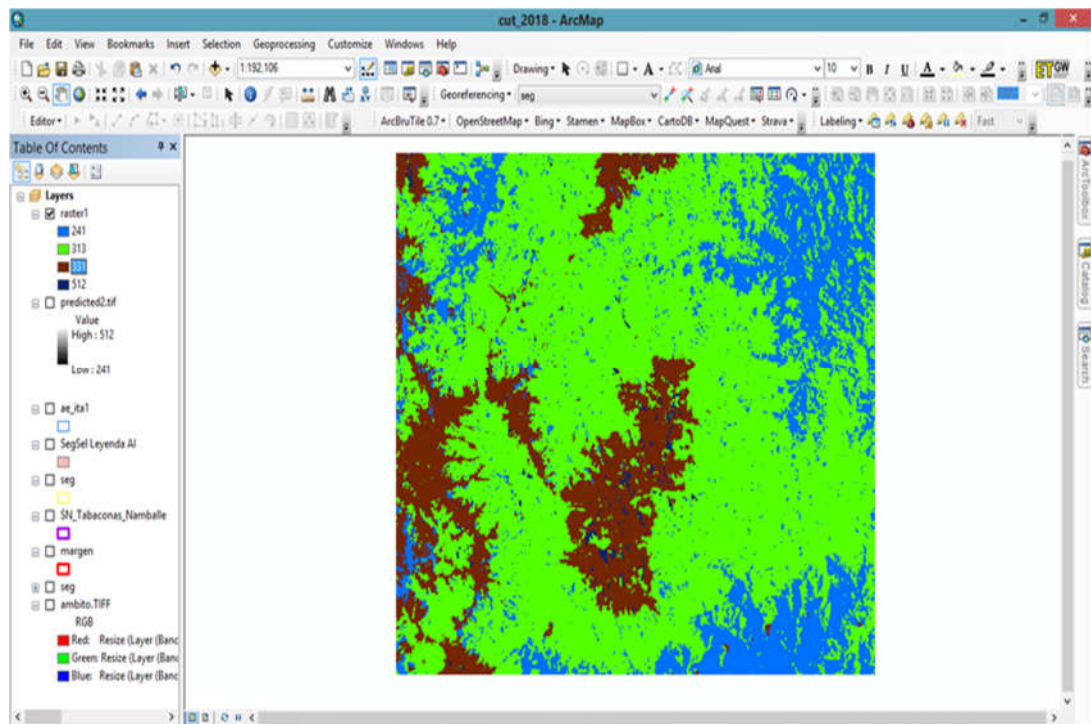


## M. Transformación de ráster a enteros.



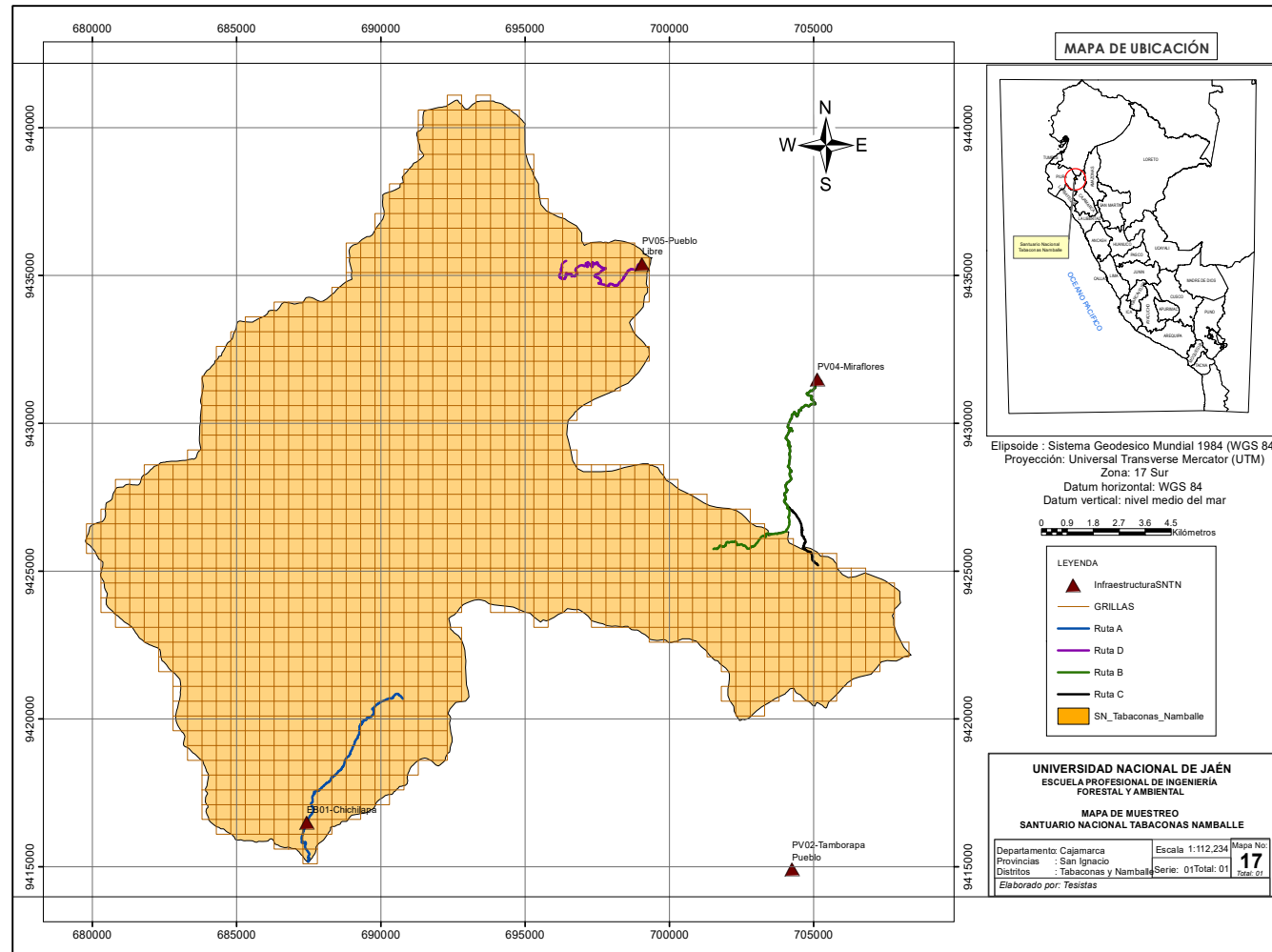
## N. Digitalización del mapa final, utilizando el programa ArcGIS.






Anexo N: 3: Rutas de muestreo durante verificación en campo, Santuario Nacional Tabaconas Namballe.

Mapa N° 17: Muestreo, Santuario Nacional Tabaconas Namballe.



Anexo N: 4: Autorización de investigación científica al área del Santuario nacional  
Tabaconas Namballe.



**RESOLUCION JEFATURAL DE SANTUARIO NACIONAL TABACONAS NAMALLE  
N° 003-2019-SERNANP-JEF/CGM**

San Ignacio, 23 de setiembre del 2019

**VISTO:**

El Informe N° 026-2019-SERNANP-DGANP-SNTN-E/EEPF de fecha 23 de setiembre del 2019, que evalúa la solicitud presentada por el señor Gabby Leodan Pintado para realizar la investigación científica que incluye el uso de equipo o infraestructura de ANP de administración nacional en el marco del proyecto denominado: *Cambios de Cobertura Vegetal en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, San Ignacio – Cajamarca, mediante imágenes de Satélite, periodo 1988 - 2018*, en el ámbito de Santuario Nacional Tabaconas Namballe, por el periodo de seis meses.


**CONSIDERANDO:**

Que, según lo previsto en los incisos g) e i) del artículo 2° de la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, unos de sus principales objetivos de protección es servir de sustento y proporcionar medios y oportunidades para el desarrollo de la investigación científica;

Que, en concordancia con ello, en el artículo 29° de la precitada Ley, se establece que el Estado reconoce la importancia de las Áreas Naturales Protegidas para el desarrollo de la investigación científica básica y aplicada, siempre que no afecte los objetivos de conservación, se respete la zonificación y las condiciones establecidas en el Plan Maestro;

Que, la actualización del Plan Director de las Áreas Naturales Protegidas, aprobada por Decreto Supremo N° 016-2009-MINAM, refiere que la investigación científica constituye una herramienta básica para la generación de información que permita mejorar el conocimiento sobre la diversidad biológica, así como para el manejo de recursos naturales y la gestión de riesgos y amenazas;

Que, mediante Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, publicado el 23 de setiembre de 2015, se declara de interés nacional el desarrollo de investigaciones al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional, determinándose su gratuidad, así como los procedimientos de aprobación automática y evaluación previa para su otorgamiento;





Que, en el artículo 4° del mencionado Decreto Supremo, se prevé cinco supuestos en los que la autorización de investigación requiere de evaluación previa: a) ingreso a ámbitos de acceso restringido, b) la colecta o extracción de muestras biológicas, c) se prevea la alteración del entorno o instalación de infraestructura en el caso de áreas naturales protegidas de administración nacional, d) el uso de equipo o infraestructura perteneciente a las ANP de administración nacional, e) investigación en predios privados;

Que, mediante Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP, publicada el 20 de enero de 2016, se aprueban las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, las mismas que establecen las normas y lineamientos que regulan las investigaciones realizadas al interior de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional;

Que, en el artículo 23° de las precitadas Disposiciones Complementarias se establecen los criterios de evaluación del Plan de Investigación;



Que, mediante Resolución Ministerial N° 35-2017-MINAM del 03 de febrero del 2017, modifica, entre otros, el Procedimiento N° 4 del Texto Único de Procedimientos Administrativos – TUPA del SERNANP, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2012-MINAM y modificado por Resolución Ministerial N° 152-2016-MINAM y Resolución Ministerial N° 315-2016-MINAM;

Que, mediante la Resolución Presidencial N° 099-2017-SERNANP, publicado el 18 de abril de 2017, se modifica el proceso GAN-01-10-Otorgamiento de Certificado de Procedencia, asimismo deja sin efecto la Resolución Presidencial N° 250-2013-SERNANP que aprobó el Certificado de Procedencia de los recursos naturales renovables forestales, flora y/o fauna silvestre provenientes de las Áreas Naturales Protegidas de administración nacional;

Que, mediante el Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM del 05 de noviembre del 2018, se aprueba la reducción del plástico de un solo uso y promueve el consumo responsable del plástico en las entidades del Poder Ejecutivo.

Que, mediante el Decreto Supremo N° 001-2019-MINAM del 02 de febrero de 2019, se actualizan los procedimientos administrativos a cargo del SERNANP que otorgan Títulos Habilitantes;

Que, a través del documento del visto, el señor Gabby Leodan Pintado Pintado solicita autorización para realizar investigación científica que incluye el uso de equipo o infraestructura de ANP de administración nacional en el marco del proyecto denominado: *Cambios de Cobertura Vegetal en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, San Ignacio – Cajamarca, mediante imágenes de Satélite, período 1988 - 2018*, en el ámbito de Santuario Nacional Tabaconas Namballe por el periodo de seis meses;

Que, mediante Informe N° 026-2019-SERNANP-DGANP-SNTN-E/EEPF de fecha 23 de setiembre, se evalúa la solicitud presentada, concluyendo que el expediente cumple con los requisitos establecidos en el artículo 18° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, y que el Plan de Investigación se encuentra conforme a los criterios establecidos en el artículo 23° de las Disposiciones Complementarias en mención;

En uso de las atribuciones conferidas por el numeral 2.1 del artículo 2° del Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, el artículo 14° de las Disposiciones Complementarias al Reglamento de la Ley de Áreas Naturales Protegidas en materia de investigación, aprobadas por Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP, y el artículo 27° del Reglamento de Organización y Funciones del SERNANP, aprobado mediante Decreto Supremo N° 006-2008-MINAM.

**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.-** Autorizar el desarrollo de la investigación científica denominada Cambios de Cobertura Vegetal en el Santuario Nacional Tabaconas Namballe, San Ignacio – Cajamarca, mediante imágenes de Satélite, período 1988 – 2018, a favor de Gabby Leodan Pintado Pintado, a ser realizada en el ámbito de Pueblo Libre, Miraflores y Tabaconas del Santuario Nacional Tabaconas Namballe por el periodo de seis meses, contado a partir de la fecha de emisión de la presente Resolución.

**Artículo 2°.-** Autorizar el ingreso a Santuario Nacional Tabaconas Namballe a las siguientes personas, integrantes del equipo de investigación:

Apellidos y Nombres	Documento de identidad	País de Procedencia	Cargo	Institución
Pintado Pintado, Gabby Leodan	75104481	Perú	Responsable	
Alverca Nuñez, Cinthia Vanessa	48259649	Perú	Responsable	

**Artículo 3°.-** No autorizar la colecta de individuos. Precisar que la presente autorización no otorga derechos sobre los recursos genéticos o productos derivados de las muestras colectadas.

**Artículo 4°.-** Los integrantes del equipo de investigación son responsables de conocer y cumplir las disposiciones contenidas en la Ley N° 26834, Ley de Áreas Naturales Protegidas, y su Reglamento, aprobado mediante Decreto Supremo N° 038-2001-AG, modificado por Decreto Supremo N° 010-2015-MINAM, así como en la Resolución Presidencial N° 287-2015-SERNANP. Asimismo, los investigadores deberán cumplir con las normas que la Jefatura y su personal dispongan durante el desarrollo de la investigación, entre ellas por el Decreto Supremo N° 013-2018-MINAM.

**Artículo 5°.-** El señor Pintado Pintado, Gabby Leodan, autorizado en el artículo 1° de la presente Resolución, en su calidad de investigador principal asume las siguientes obligaciones y compromisos:

- Presentar copia de la presente autorización al personal del ANP que lo solicite.
- No extraer muestras biológicas distintas a las autorizadas.
- Tramitar el certificado de procedencia, cuando se requiera trasladar las muestras de material biológico colectado fuera del ámbito del ANP.
- Comunicar al SERNANP cualquier nuevo registro para la ciencia, debiendo entregar una copia del depósito del holotipo del nuevo taxa en una institución científica nacional autorizada. La extracción de dichos ejemplares incluyendo los nuevos registros para el ANP deberán ser reportados a la Jefatura de ANP (en el Puesto de Control o sede administrativa más cercana) para su respectiva consignación en el certificado de procedencia.





- e. Gestionar los permisos de exportación ante la autoridad competente, cuando se requiera enviar al extranjero parte del material biológico colectado.
- f. Entregar una vez publicado los resultados de la investigación, una copia digital del informe o la publicación al SERNANP y autorizar su registro en la biblioteca digital del SERNANP.
- g. Entregar a la jefatura del ANP un informe final de la investigación.
- h. No utilizar las muestras biológicas con fines de acceso a recursos genéticos o sus productos derivados; así como, no utilizar los conocimientos colectivos vinculados a los recursos biológicos de pueblos indígenas; sin contar con el contrato de acceso correspondiente.
- i. No ingresar bolsas de plástico de un solo uso, sorbetes plásticos y envases de tecnopor (poliestireno expandido) para bebidas y alimentos de consumo humano en el ámbito del ANP.

El incumplimiento injustificado de estas obligaciones y compromisos producirá el ingreso del investigador en la lista de investigadores inhabilitados para próximas autorizaciones emitidas por el SERNANP.

**Artículo 7°.-** La autorización a la que se refiere el Artículo 1° caducará automáticamente al vencer el plazo concedido, por el incumplimiento injustificado de los compromisos adquiridos o por cualquier daño al patrimonio natural, sin perjuicio de las responsabilidades administrativas, civiles o penales que pudieran originarse.

**Artículo 8°.-** El SERNANP se abstiene de toda responsabilidad por los accidentes o daños que puedan sufrir los integrantes del equipo de investigación durante el desarrollo del proyecto de investigación científica.

**Artículo 9°.-** Regístrese la presente Resolución en el Módulo de Seguimiento a las autorizaciones de investigación del SERNANP, en el archivo de autorizaciones de la ANP Santuario Nacional Tabaconas Namballe y publíquese en la página web del SERNANP ([www.sernanp.gob.pe](http://www.sernanp.gob.pe)).

Regístrese y comuníquese.



Ing. Carolina Guevara Molina  
Jefe de Santuario Nacional Tabaconas Namballe  
Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado  
SERNANP

Anexo N: 5: Panel fotográfico la verificación en campo SNTN.

- Materiales utilizados en la salida de campo.

GPS Map Garmin



Cámara Fotográfica



- Fotos tomadas en la salida de campo.

Fotografía 1: Estación biológica Chichilapa

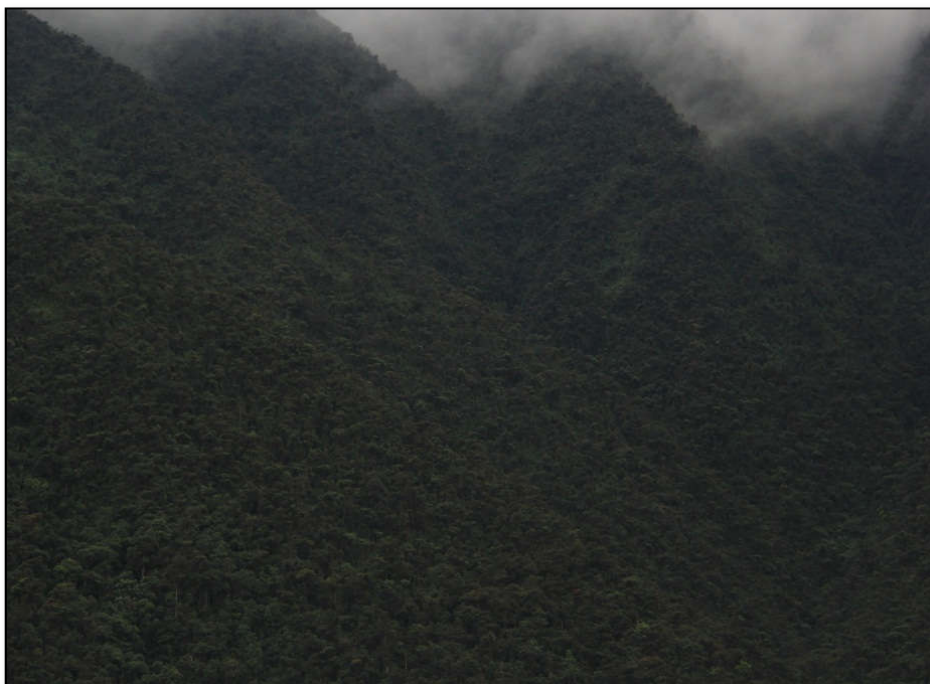


Fotografía 2: Zona de uso Especial parte del SNTN.





Fotografía 3. Categoría 313 bosque denso alto Caserío Chichilapa



Fotografía 4: Categoría 331 Identificación de herbazales sector Chichilapa.





Fotografía 5. Verificando la distribución de las categorías existentes.



Anexo N: 6: Escala de valores Índice Kappa.

Tabla N° 20: Escala de valores Índice Kappa.

<b>Kappa</b>	<b>Grado de acuerdo</b>
< 0.00	Sin acuerdo
"> 0.00 – 0.20	Insignificante
0.21 – 0.40	Discreto
'>0.41 – 0.60	Moderado
0.61 – 0.80	Sustancial
0.81 - 1	Casi perfecto

Fuente: Cohen, 1960.

Anexo N: 7: Clasificación de los valores del NDVI.

Tabla N° 21: Clasificación de los valores del NDVI

<b>Clasificación de los valores del NDVI</b>	
<b>Clasificación</b>	<b>Valores</b>
Nubes y cuerpos de Agua.	< 0,01
Suelo sin Vegetación	0,01 - 0,09
Vegetación Ligera	0,10 – 0,19
Vegetación Mediana	0,20 – 0,40
Vegetación Alta	> 0,4

Fuente: Modificado de Merg et al.2011